



MESTRADO EM ENGENHARIA DE SEGURANÇA E HIGIENE OCUPACIONAIS

Dissertação apresentada para obtenção do grau de Mestre
Engenharia de Segurança e Higiene Ocupacionais
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

AVALIAÇÃO E ANÁLISE DE RISCOS NO PROCESSO DE MUDANÇA DE MOLDE NUMA MÁQUINA DE INJEÇÃO DE PLÁSTICO

Ounuan Ma

Orientador: Professor Doutor João Manuel Abreu dos Santos Baptista (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

Arguente: Professor Doutor Paulo Roberto da Costa (Universidade Federal de Santa Maria)

Presidente do Júri: Professor Doutor Manuel Cabral Machado Carvalho (Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto)

2015



Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Rua Dr. Roberto Frias, s/n 4200-465 Porto PORTUGAL

VoIP/SIP: feup@fe.up.pt

ISN: 3599*654



Telephone: +351 22 508 14 00



Fax: +351 22 508 14 40



URL: <http://www.fe.up.pt>



Correio Electrónico: feup@fe.up.pt

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer ao meu orientador, Professor Doutor João Santos Baptista pelo todo o apoio e paciência prestado no desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço à empresa onde efetuei a aquisição de dados para a dissertação, pela oportunidade e disponibilidade.

Aos meus amigos de longa data, pelo carinho, companheirismo e incentivo em todos os momentos da minha vida.

Por fim, à minha família pelo amor, carinho e dedicação ao longo deste percurso.

.

.

RESUMO

A avaliação de riscos é essencial para conhecer a perigosidade do local e/ou posto de trabalho, pois permite a identificação dos perigos e os seus riscos consequentes, com intuito de alcançar soluções para os eliminar e/ou controlar.

O objetivo deste estudo é desenvolver uma avaliação de risco no processo de mudança de molde numa máquina de injeção de plástico, na indústria de produção de componentes para automóveis e analisar a reprodutibilidade dos resultados obtidos pelo Método Integrado de Avaliação de Riscos (MIAR) em comparação com os métodos William T. Fine (WTF) e Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente (NTP330).

Para compreender o processo, foram obtidos dados por observação direta da atividade, por procedimentos fornecidos pela empresa com intuito de identificar os perigos, os riscos e seus fatores desencadeadores. A análise dos resultados baseou-se nos métodos William T. Fine, NTP330 e MIAR, realizado por 16 técnicos superiores de segurança ocupacional.

Nos resultados alcançados no estudo, verificou-se que o método NTP330 apresenta a menor taxa de variação inter-avaliadores com um valor médio global de 41%. O método MIAR obteve 49% e o WTF 61%.

Com a análise estatística ANOVA o método MIAR revelou falta de discriminação na avaliação dos diferentes riscos, com um valor de prova de 0,341 ($> 0,05$), problema que não se verificou nos outros métodos analisados. Perante estes resultados foi testada uma versão com 5 níveis de risco, a qual resolveu o problema e apresentou potencial de reprodutibilidade inter-avaliadores.

O estudo desenvolvido permitiu concluir que o método MIAR foi o único que demonstra a reprodutibilidade na avaliação de cada risco e também é o método que apresenta maior percentagem de respostas homogêneas. Em 75,86% dos riscos, 75% ou mais dos avaliadores têm avaliações idênticas.

Palavras-chave: Avaliação, Reprodutibilidade, Risco, Indústria

ABSTRACT

Risk assessment is essential to know workspace's problems and to identify hazards and consequent risks in order to achieve solutions to their control or elimination.

The goal of this study was to evaluate the risks in a process of mold changing in a plastic injection machine and to analyze the reproducibility of the results obtained by the Integrated Risk Assessment Method (MIAR) compared to William T. Fine (WTF) and Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente (NTP330).

To understand the process, the data was obtained directly by observation of the activity. Were used the procedures provided by the company in order to identify the hazards, the risks and their triggers. To achieve the desired results were used the methods William T. Fine, NTP330 and MIAR. All of them were performed by 16 senior technicians of occupational safety.

By the obtained results, it was shown that NTP330 method had the lowest coefficient of variation cross-evaluators with a value of 41%, MIAR 49% and WTF 61%.

With the ANOVA statistical analysis, the MIAR showed a lack of discrimination in the evaluation of the different risks, with a test value of 0.341 (> 0.05), a problem that did not occur with the other analyzed methods. In view of these results was tested a version with 5 risk levels, which solved the problem and presents potential for interevaluators reproducibility.

With the conducted study can be concluded that MIAR demonstrates reproducibility potential in the evaluation of risks between evaluators and is also the method that shows a higher percentage of homogeneous answers. In 75.86% of the risks 75% or more of the evaluators have identical ratings.

Keywords: Assessment, Repeatability, Risk, Industry

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO.....	3
2	ESTADO DA ARTE	5
2.1	Identificação da bibliografia.....	5
2.1.1	Palavras-chave.....	5
2.1.2	CrITÉrios da rejeição e de elegibilidade	6
2.2	Definições teóricas	6
2.3	Enquadramento tecnológico e o contexto.....	7
2.3.1	Descrição do processo de mudança de molde	7
2.4	Abordagens à Análise de Risco	10
2.5	Métodos Identificados na Literatura sobre Avaliação dos Riscos.....	12
2.5.1	What-If Analysis	13
2.5.2	Hazard and Operability Study (HAZOP)	13
2.5.3	Weighted Risk Analysis (WRA)	15
2.5.4	Clinical Risk and Error Analysis (CREA)	15
2.5.5	Event Tree Analysis (ETA).....	16
2.6	Enquadramento Legal e Normativo.....	17
3	OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS	19
3.1	Objetivos da Dissertação	19
3.2	Materiais e Métodos	19
3.2.1	Contexto	20
3.2.2	Riscos	20
3.2.3	Materiais utilizados	21
3.2.4	Métodos utilizados	21
3.2.5	Avaliadores.....	26
4	RESULTADOS	29
4.1	Identificação dos perigos	29
4.2	Resultados de algumas Avaliações de Riscos Individuais	30
4.2.1	Agrupamento de resultados da avaliação	33
4.3	Resultados das Avaliações de Riscos	34
5	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	41
5.1	Resultados dos descritores de dispersão da Avaliação de Riscos	41
5.1.1	Dispersão dos resultados de avaliação	42
5.1.2	Análise de resultados pela técnica ANOVA	44
5.2	MIAR 5 Níveis	45
6	CONCLUSÕES e PERSPETIVAS FUTURAS	47
6.1	Conclusão	47

6.2	Perspetivas Futuras.....	48
7	BIBLIOGRAFIA.....	49

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-Distribuição percentual dos acidentes de trabalho não mortais, por escalão de dias (GEE, 2014).	3
Figura 2-Diagrama processual de seleção de artigos na pesquisa bibliográfica	6
Figura 3-Principais etapas do processo de mudança de molde na máquina de injeção.	8
Figura 4-Limpeza dos resíduos do produto retido no molde	8
Figura 7-Afixar o molde na máquina (apertar os pernos)	9
Figura 8-Acesso à parte superior da máquina de injeção	9
Figura 9-Área de trabalho, visão global	10
Figura 10-Parte do processo de gestão de riscos	11
Figura 11-Classificação das principais metodologias de avaliação de risco (adaptado de Marhaviolas et al,2011).....	12
Figura 12-Processo HAZOP (adaptado Khan & Abbasi, 1997).	14
Figura 13-Fluxograma da ETA (adaptado Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA, 1997)	16
Figura 14 – Diagrama processual do estudo desenvolvido	19
Figura 15-Comparação de taxas de variação do método William T. Fine	33
Figura 16 - Comparação de taxas de variação do método NTP330	33
Figura 17- Comparação de taxas de variação do método MIAR	33
Figura 18 - Gráfico de dispersão do método William T. Fine	43
Figura 19 - Gráfico de dispersão do método NTP330	43
Figura 20 - Gráfico de dispersão do método MIAR 4 Níveis	44

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-Resultados obtidos nas diferentes bases de dados	5
Tabela 2-Legislação Portuguesa.....	17
Tabela 3-Norma Portuguesa.....	17
Tabela 4-Consequências de danos corporais e danos materiais	22
Tabela 5-Frequência de ocorrência da situação de risco	22
Tabela 6-Fator de exposição	22
Tabela 7-Grau de perigosidade	22
Tabela 8-Fator de custo	23
Tabela 9-Grau de correção	23
Tabela 10-Nível de deficiência	23
Tabela 11-Nível de exposição	24
Tabela 12-Nível de probabilidade	24
Tabela 13-Significado de diferentes níveis de probabilidade	24
Tabela 14-Nível de consequência	24
Tabela 16-Nível de Intervenção	25
Tabela 17-Níveis de riscos	25
Tabela 18-MIAR 5 níveis de riscos.....	26
Tabela 19-Identificação de perigos e os seus respetivos riscos.	29
Tabela 20-Resultados obtidos por 3 avaliadores no método William T. Fine	30
Tabela 21 - Resultados obtidos por 3 avaliadores no método NTP330	31
Tabela 22-Resultados obtidos por 3 avaliadores no método MIAR	32
Tabela 23 - Resultados obtidos pelo método William T. Fine	35
Tabela 25- Resultados obtidos pelo método MIAR com 4 níveis.....	37
Tabela 26 - Resultados obtidos pelo método MIAR com 5 níveis.....	38
Tabela 28- Resultados estatísticos das medidas de dispersão da Avaliações de Riscos	41
Tabela 29-Resultados estatísticos ANOVA do método WTF (fator duplo)	45
Tabela 30- Resultados estatísticos ANOVA do método NTP330 (fator duplo)	45
Tabela 31- Resultados estatísticos do método ANOVA MIAR 4 níveis (fator duplo).....	45
Tabela 32-Resultados estatísticos do método ANOVA MIAR 4 níveis (fator simple.....	46

SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CREA	Clinical Risk and Error Analysis
CRPG	Centro de Reabilitação Profissional da Gaia
DMRA	Decision Matrix Risk-Assessment
ETA	Event Tree Analysis
EU-OSHA	Para Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho
FEUP	Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
GEE	Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia
HAZOP	Hazard and Operability Study
HEAT	Human Error Analysis Techniques
HFEA	Human Factor Event Analysis
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
KOSHA	Korea Occupational Safety and Health Agency
MIAR	Método Integrado de Avaliação de Riscos
NP	Norma portuguesa
NTP330	Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente
OIT	Organização internacional do trabalho
PEA	Predictive, Epistemic Approach
PRAT	Proportional Risk-Assessment
QADS	Quantitative assessment of domino scenarios
QRA	Quantitative Risk-Assessment
RBM	Risk-Based Maintenance
STEP	Sequentially Timed Event Plotting
TSS	Técnicos Superiores de Segurança
WRA	Weighted Risk Analysis
WTF	William T. Fine

PARTE 1

1 INTRODUÇÃO

Os acidentes de trabalho e as doenças profissionais podem provocar danos físico-funcionais ao trabalhador, através de lesão corporal ou perturbação funcional mais ou menos incapacitante. As vítimas dos acidentes e das doenças profissionais acumulam custos com diferentes origens, quer de natureza profissional, moral, social e mesmo familiar (Sousa, J *et al*, 2005).

Segundo a Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2004), anualmente ocorrem cerca de 270 milhões de acidentes de trabalho e são registados cerca de 160 milhões casos de doenças profissionais. Em aproximadamente 33% destes casos, a doença provoca a perda de, pelo menos, 4 dias de trabalho. É estimado que todos os dias morrem 5000 pessoas devido a acidentes e doenças com origem proveniente do trabalho.

Em Portugal, de acordo com dados do Gabinete de Estratégia e Estudos do Ministério da Economia (GEE, 2014), foram apurados 193611 acidentes de trabalho dos quais resultaram 175 mortes. A indústria transformadora caracteriza-se pela atividade onde se registou o maior número de acidentes, no entanto é a construção civil a que apresenta um maior número de acidentes mortais. Estes acidentes ocasionaram de 5.161.343 dias perdidos.

Em 2012, a maioria dos acidentes ($\pm 27\%$) ocorreram nas empresas de pequena dimensão (10 a 49 trabalhadores), sendo que o grupo profissional “Trabalhadores qualificados da indústria, construção e artífices”, foi o que apresentou o número mais elevado de acidentes ($\pm 32\%$) (GEE, 2014).

No que respeita ao número de dias perdidos devido a acidentes de trabalho não mortais em 2012, o valor mais alto registado é no intervalo de [1 a 29] dias, ainda de acordo com as estatísticas do GEE. Apresenta-se em seguida, na Figura 1, a distribuição percentual dos acidentes de trabalho não mortais, por escalão de dias perdidos referentes ao ano de 2012.

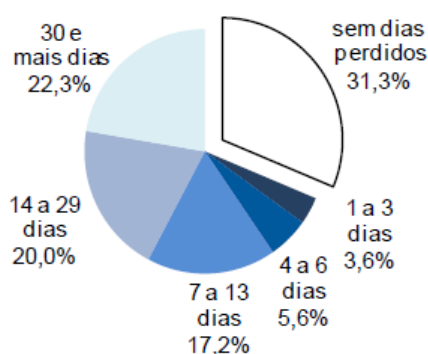


Figura 1-Distribuição percentual dos acidentes de trabalho não mortais, por escalão de dias (GEE, 2014).

No artigo 5.º da secção II da Lei 3 de 28 de janeiro de 2014- Regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho “3 - A prevenção dos riscos profissionais deve assentar numa correta e permanente avaliação de riscos a ser desenvolvida segundo princípios, políticas, normas e programas....”.

A gestão de riscos adequada consiste no desenvolvimento técnico e dos processos, tanto a nível pessoal como organizacional. É necessário continuar a melhorar os métodos de análise de riscos, para continuar a formação no domínio da gestão de risco das inúmeras partes interessadas, reforçando a legislação sobre o mesmo, mais importante, a gestão de risco de base em princípios éticos (Dastous et al. 2008).

A avaliação de risco não consiste na elaboração de muitos documentos, mas sim, na identificação dos riscos nos locais de trabalho, com o intuito de proteger os colaboradores (Health and Safety Executive)¹.

Atualmente existem diversos instrumentos e metodologias que poderão ser utilizados para apoio às empresas e/ou organizações, na avaliação dos seus riscos em matéria de saúde e segurança ocupacionais. A seleção do método a utilizar, deverá depender das condições do local de trabalho a avaliar, tais como: funções do trabalhador, equipamentos, características particulares do local de trabalho e a existência de riscos específicos. Sabendo no entanto que os métodos matriciais vulgarmente usados não conseguem garantir nem reprodutibilidade e nem a fiabilidade dos resultados, daí a importância de investir no desenvolvimento de metodologias que permitam ultrapassar esses problemas.

¹ <http://www.hse.gov.uk/risk/controlling-risks.htm> (acedido em 04/05/2015)

2 ESTADO DA ARTE

2.1 Identificação da bibliografia

Atualmente na área do presente estudo, é publicada uma grande quantidade de informação sob a forma de artigos em revistas científicas provenientes das diferentes áreas de investigação. Tal quantidade torna difícil a gestão eficiente de toda a informação existente. Perante esta dificuldade, decidiu-se realizar uma revisão sistemática, para identificar os estudos específicos relevantes, possibilitando assim uma pesquisa mais objetiva e com maior rapidez.

Esta revisão foi baseada nos princípios da metodologia de revisão sistemática *PRISMA Statement*, através de pesquisa nas bases de dados (Academic Search Complete, Compendex, Inspec, Science Direct, Scopus e Web of Science) e em revistas científicas (SciELO), disponíveis a partir dos Serviços de Documentação e Informação da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, mantendo assim a garantia de reprodutibilidade e rastreabilidade da pesquisa.

2.1.1 Palavras-chave

Para o desenvolvimento da pesquisa no contexto científico, em inglês, as palavras-chave utilizadas foram:

- *Safety assessment (SA) + Industry*
- *Risk assessment Method (RAM) + Industry*
- *Occupational risk assessment (ORA) + Method*
- *Risk assessment (RA) + Industry*
- *Occupational risk assessment (ORA) + Industry*

A Tabela 1 indica os resultados obtidos nas diferentes bases de dados com os diversos conjuntos de palavras-chave.

Tabela 1-Resultados obtidos nas diferentes bases de dados

Palavras-chave	Bases de dados						Revistas científicas
	Academic Search Complete	Compendex	Inspec	Science Direct	Scopus	Web of Science	SciELO
SA + Industry	3	21	12	1	12	11	0
RAM+ Method	0	3	2	0	5	2	0
ORA + Method	0	1	1	0	1	0	0
RA + Industry	38	249	87	2	240	151	0
ORA + Industry	2	2	0	0	3	3	0

2.1.2 Critérios da rejeição e de elegibilidade

Foram rejeitados artigos repetidos, anteriores a 2008, (os artigos relevantes anteriores a esta data foram encontrados na bibliografia dos artigos escolhidos), fora do tema (após análise do título e do resumo), em língua diferente do inglês ou português. Aos artigos remanescentes foram aplicados os seguintes critérios da elegibilidade avaliação de riscos, métodos e indústria. O esquema de seleção/triagem efetuada apresenta-se na Figura 2.

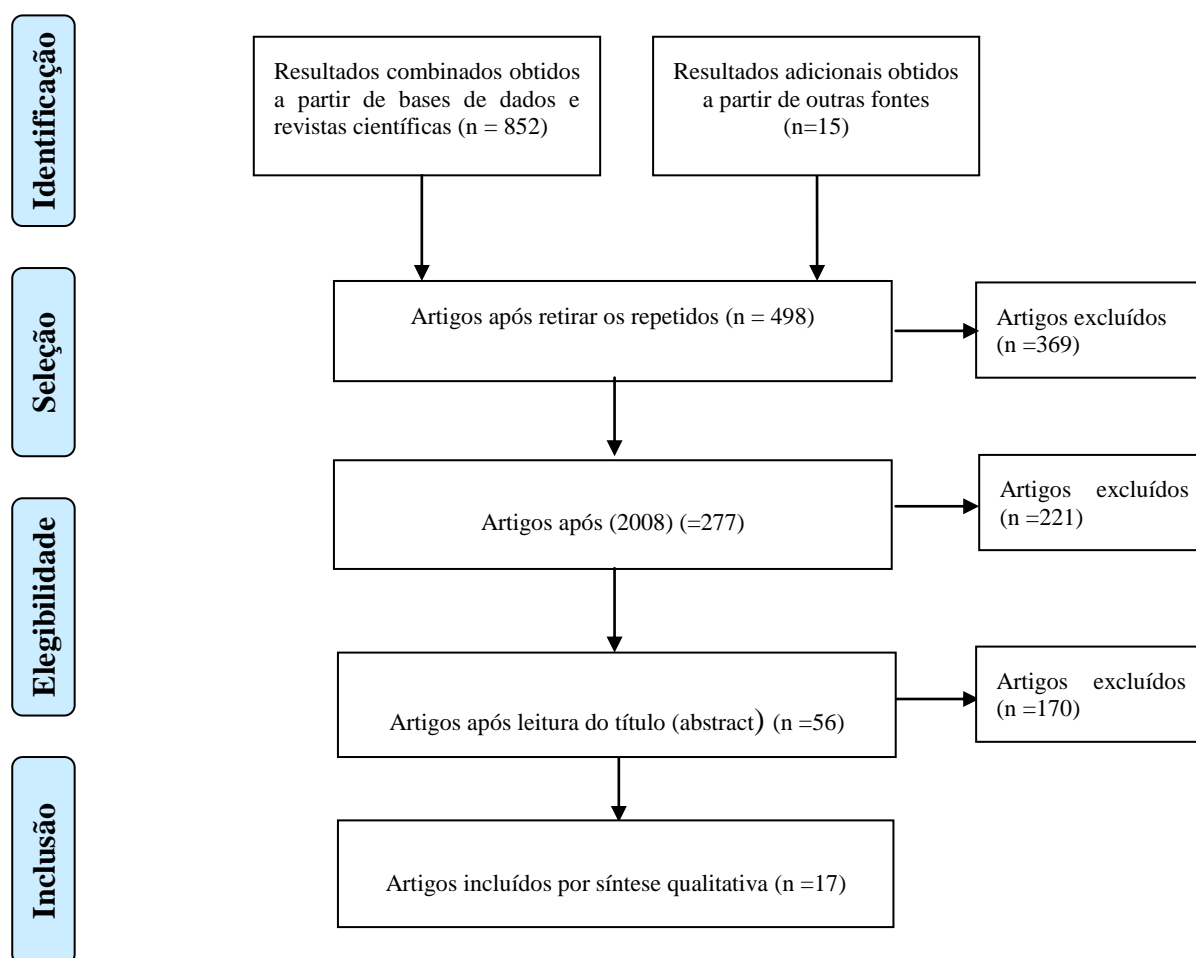


Figura 2-Diagrama processual de seleção de artigos na pesquisa bibliográfica

2.2 Definições teóricas

Segundo definição presente na norma portuguesa NP4397:2008, sistemas de gestão da segurança e saúde do trabalho:

- Risco – *Combinação da probabilidade de ocorrência de um acontecimento ou de exposição (ões) perigosa (as) e da gravidade de lesões ou afeções da saúde que possam ser causadas pelo acontecimento ou pela (s) exposição (ões);*
- Risco aceitável – *Risco que foi reduzido a um nível que pode ser tolerado pela organização tomando em atenção as suas obrigações legais e a própria da SST;*

- Perigo - *Fonte, situação ou ato com potencial para o dano em termos de lesão ou afeção da saúde, ou uma combinação destes.*

Conforme Artigo.º 4 da Lei n.º 102/2009,

- Perigo - *a propriedade intrínseca de uma instalação, atividade, equipamento, um agente ou outro componente material do trabalho com potencial para provocar dano;*
- Risco - *a probabilidade de concretização do dano em função das condições de utilização, exposição ou interação do componente material do trabalho que apresente perigo.*

O conceito do William Fine (1971):

- Perigo - *Qualquer condição insegura ou potencial fonte de um acidente, ex: uma estrada escorregadia.*
- Situação perigosa - *Uma ocorrência indesejável, a combinação de um perigo com alguma atividade ou pessoa, que poderia iniciar uma sequência de eventos que acabe em acidente, exemplo: condução de um veículo numa estrada escorregadia.*

Segundo Woodruff, 2005, o risco é considerado a possibilidade de alguém ou algo que é avaliado, seja adversamente afetado pelo perigo. Enquanto o para o Hoj & Kroger 2002, o risco é definido como uma medida sobre incerteza da ocorrência de dano devido a um perigo.

2.3 Enquadramento tecnológico e o contexto

O presente estudo de avaliação de riscos foi realizado numa indústria transformadora, localizada no concelho da Trofa. Corresponde à avaliação da fabricação de componentes para equipamentos elétricos e eletrónicos, para veículos automóveis. Na Classificação Portuguesa de Atividades Económicas possui o CAE 29310 segundo a legislação em vigor. O sector, de acordo com dados de 2008, representa aproximadamente 0,7% do total de empresas da indústria transformadora (GEE,2009). A empresa em análise emprega aproximadamente 600 trabalhadores, dos quais maioritariamente mulheres, repartidos por diferentes áreas trabalho, sendo a área de produção a que tem o maior número de trabalhadores. Esta área é composta por 4 secções: eletrónica, injeção de plástico, pintura e montagem final. O estudo incidiu na injeção plástico, mais concretamente, no processo de mudança dos moldes da máquina de injeção. A eleição deste processo deve-se ao facto da sua complexidade e exigência requerida ao técnico que executa a mudança.

2.3.1 Descrição do processo de mudança de molde

O procedimento de mudança do molde divide-se em 2 fases: a desmontagem, que consiste em retirar o molde antigo da máquina e a montagem, constitui a ação de colocar o novo molde na máquina. A Figura 3 apresenta as principais tarefas que fazem parte de processo de desmontagem e montagem.

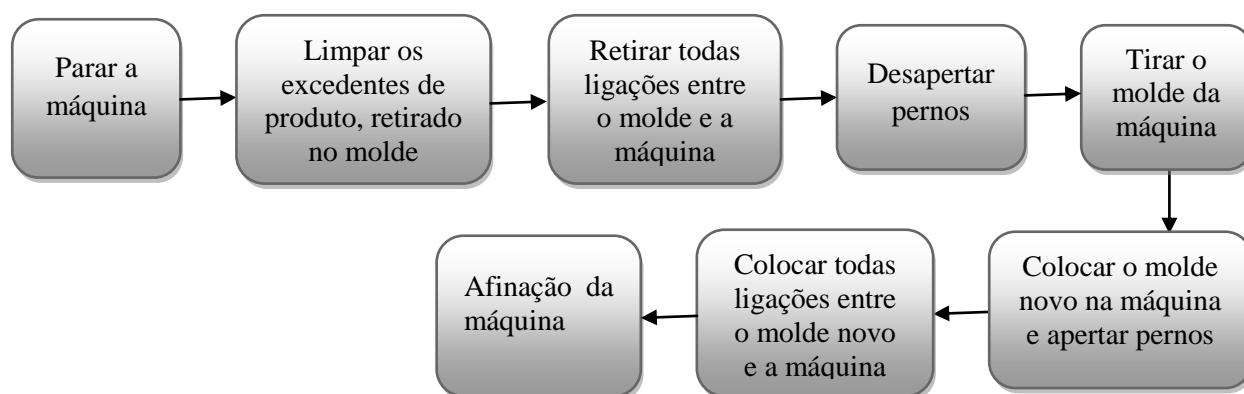


Figura 3-Principais etapas do processo de mudança de molde na máquina de injeção.

As Figuras 4, 5, 6, 7, 8 e 9, representam imagens sintetizadas do processo de mudança de molde numa máquina de injeção de plástico.

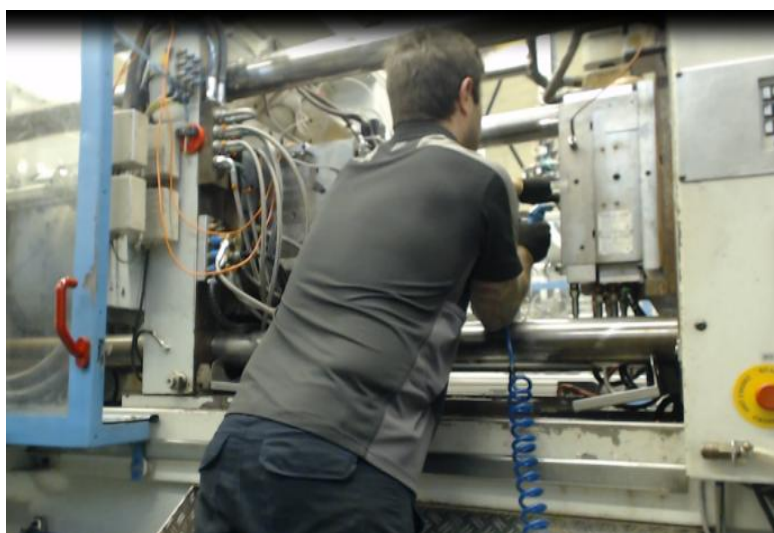


Figura 4-Limpeza dos resíduos do produto retido no molde



Figura 5-Acesso a maquina para tarefa de preparação do molde antes da remoção

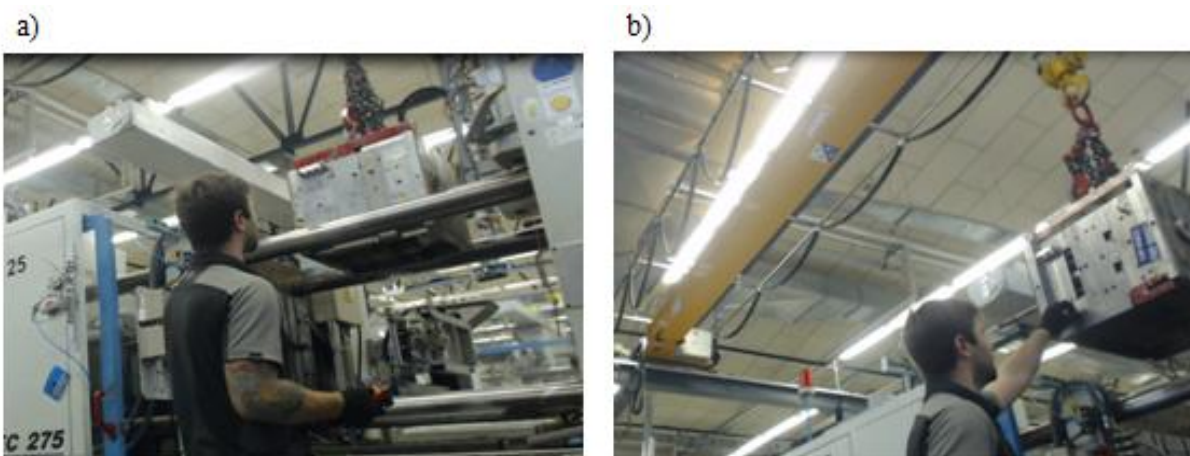


Figura 6-a) Retirar o molde da máquina; b) Colocar o molde na máquina com auxílio da ponte rolante



Figura 7-Afixar o molde na máquina (apertar os pernos)

Figura 8-Acesso à parte superior da máquina de injeção



2.4 Abordagens à Análise de Risco

Durante as últimas 3 décadas houve um interesse público crescente na área de análise de riscos. O mesmo tem vindo a emergir como um procedimento eficaz e abrangente que complementa a gestão global de quase todos os aspetos da nossa vida. Os gestores da área de saúde, meio ambiente e sistemas de infraestrutura, incorporam a análise de risco no processo de tomada de decisão e a sua implantação na indústria e agências governamentais levaram a um desenvolvimento sem precedentes da teoria, metodologia e ferramentas práticas (Haimes, 2009).

A avaliação dos riscos de um sistema consiste na utilização de todas as informações disponíveis para poder estimar o risco para o indivíduo ou populações, bens ou ambiente, a partir dos perigos identificados, comparação com os objetivos e procura de soluções ótimas (Suddle, 2004). A análise de riscos envolve geralmente as seguintes etapas: definição de âmbito, identificação do perigo, modelagem de cenários de risco, estimativa de consequências, a estimativa de probabilidades e estimativas de riscos (Suddle, 2009). A Figura 10 mostra a posição da análise de riscos no processo de gestão do risco.

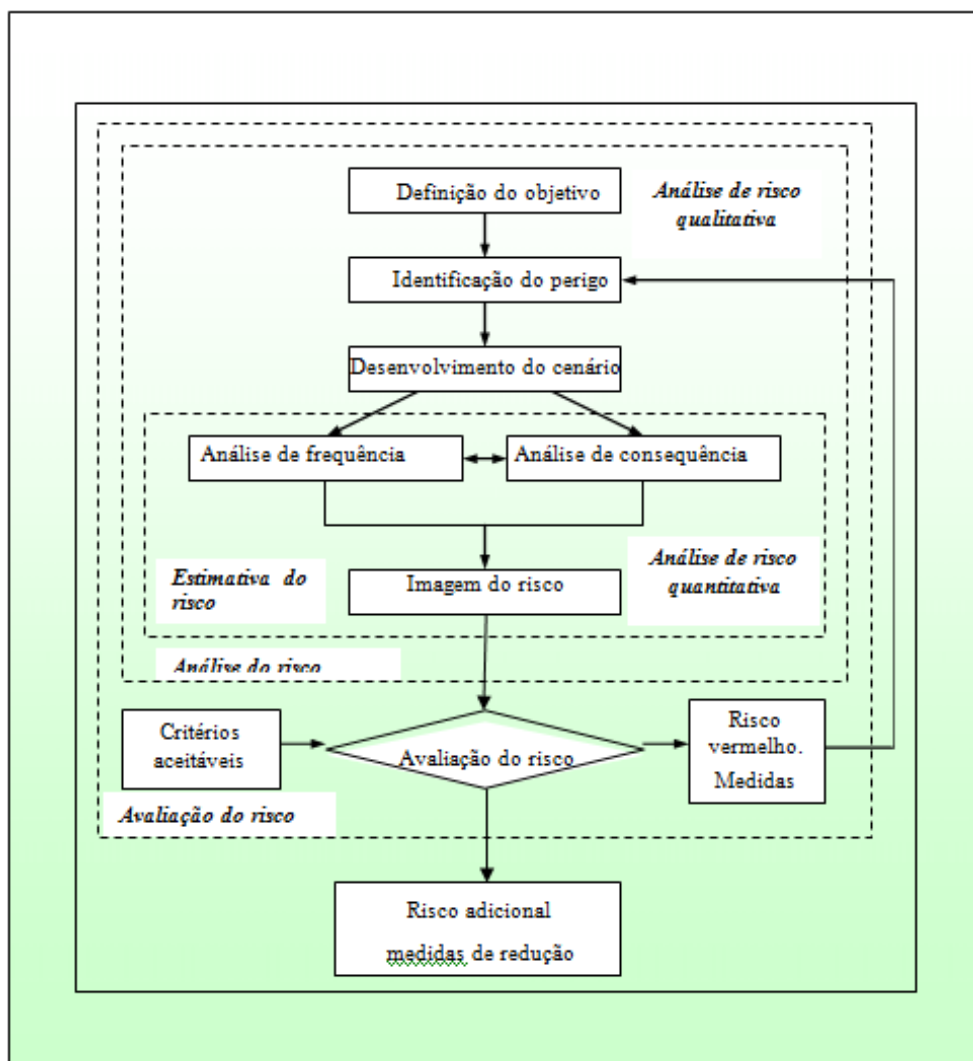


Figura 10-Parte do processo de gestão de riscos
(adaptado de Høj and Kröger, 2002).

“Num contexto organizacional, é essencial identificar variáveis que permitam medir esforços de prevenção em diferentes atividades, analisar fontes de risco e respectivas causas” (Costa et al, 2010).

Tem ocorrido nos últimos anos um aumento de interesse em otimizar o desempenho humano, nos locais de trabalho. Este interesse é devido não apenas a motivos de carácter económico e pressões competitivas, mas também devido à sensibilização da necessidade de melhorar as condições de Saúde e Segurança dos trabalhadores (Correia et al., 2010).

Nos setores produtivos as transformações possuem um carácter maior de competitividade que, adicionado à diferença nos ambientes de trabalho, pode gerar riscos ao trabalhador (Barkokébas, et al, 2010).

A fim de reduzir ou prevenir acidentes, é essencial interagir com todos os elementos do sistema, através destes elementos seria possível rastrear o início das sequências das situações perigosas (Farzaneh et al, 2010).

Uma das principais dificuldades para qualquer tipo de organização de segurança, é determinar a gravidade de cada perigo conhecido, decidir em qual medida se deve concentrar seus recursos, para corrigir a cada situação (Fine, 1971).

O sucesso de gestão de risco depende de vários fatores, tais como a implementação de ferramentas e informação precisas sobre o risco. Essa informação pode ser adquirida através de técnicas quantitativas, semi-quantitativa ou qualitativa de avaliação de risco (Windhorst, 2014).

Métodos qualitativos para a avaliação de risco têm sido muito populares, tanto no campo da higiene no trabalho como em segurança no trabalho (Swuste, 2010).

Segundo Melo (2010), os princípios gerais para implantar e desenvolver nas empresas os programas de Segurança e Saúde no Trabalho, com o objetivo de prevenir os riscos de acidentes de trabalho e doenças ocupacionais são:

- *Evidenciar riscos;*
- *Combater os riscos na origem;*
- *Controlar os riscos que não possam ser evitados;*
- *Adaptar o trabalho ao homem, especialmente no que se refere à conceção dos postos de trabalho, bem como à escolha dos equipamentos e dos métodos de trabalho e de produção, tendo em vista atenuar o trabalho monótono e reduzir os efeitos destes sobre a saúde;*
- *Ter em conta o estágio de evolução técnica;*
- *Substituir o que é perigoso pelo que é isento de perigo ou menos perigoso;*
- *Planificar a prevenção com um sistema coerente que integre a técnica, a organização e as condições de trabalho, as relações sociais e a correta colocação dos resíduos gerados em lugares adequados de modo a não poluir o meio ambiente;*
- *Fornecer formação adequada aos trabalhadores.*

2.5 Métodos Identificados na Literatura sobre Avaliação dos Riscos

A análise de risco e técnicas de avaliação são classificados em três principais categorias: a qualitativa, o quantitativo e as técnicas híbridas (qualitativo- quantitativo, semi-quantitativa). As técnicas qualitativas são baseadas em processos de estimativa analítica e nas capacidades de gestores de segurança, enquanto nas técnicas quantitativas, o risco é considerado como uma quantidade, a qual pode ser estimada e expressa matematicamente, com ajuda dos dados de acidentes reais registados no local de trabalho. As técnicas híbridas, apresentam uma grande complexidade e, devido ao seu carácter *ad hoc* é impedida uma grande divulgação das mesmas. A análise estatística demonstra que os métodos quantitativos apresentam a maior frequência relativa (65,63%), enquanto os métodos qualitativos apresentam 27,68% e por fim, os métodos híbridos representam apenas 6,70% (Marhavilas et al, 2011). A Figura 11 apresenta as principais metodologias de risco.

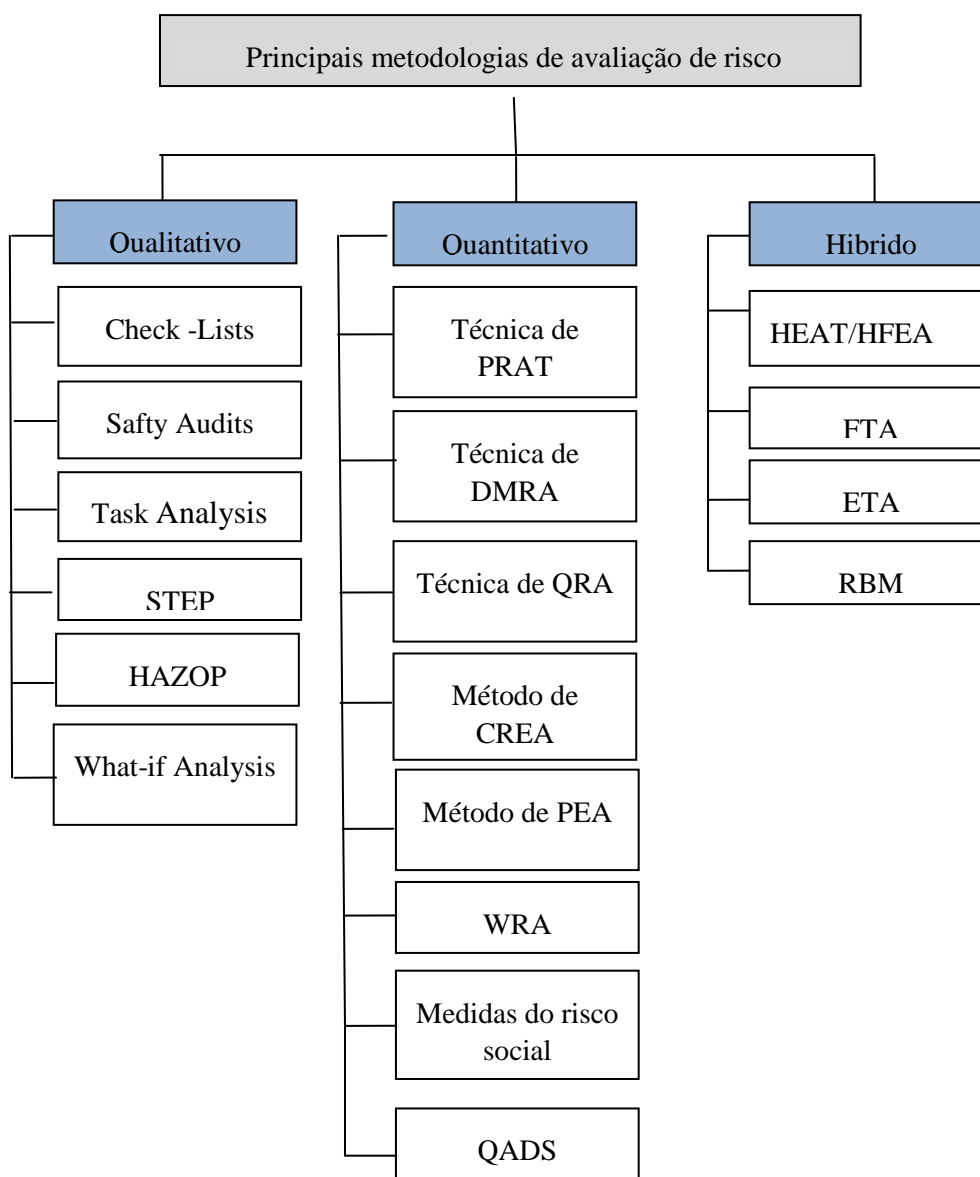


Figura 11-Classificação das principais metodologias de avaliação de risco (adaptado de Marhavilas et al,2011).
(o significado das siglas está na tabela de siglas).

As principais metodologias de risco apresentadas na Figura 11, vão ser aprofundadas nos parágrafos seguintes: 2 métodos qualitativos, 2 quantitativo e 1 híbrido.

2.5.1 What-If Analysis

O método What-if utiliza a técnica de coleta de ideias para determinar se essas concepções poderão dar errado e assim avaliar as consequências das situações em que ocorrem. O método implica ter uma equipa experiente que efetivamente e produtivamente possam discernir sobre as principais questões relacionadas com um processo ou sistema. A análise What-if, permite apenas obter resultados qualitativos mas em contrapartida é método acessível em termos económicos (Reniers et al. 2005).

Segundo Marhaviolas 2011, o procedimento para a realização de uma análise What-if pode ser resumido em 7 passos seguintes:

- Especificar e definir claramente os limites para os quais são informações indispensáveis relacionadas com o risco;
- Distinguir os problemas de interesse que a análise irá abordar (problemas de segurança, ambiente, impactos económicos, etc.);
- Subdividir o assunto nos elementos primordiais (por exemplo, tarefas ou subsistemas), de modo que a análise irá começar neste nível;
- Produzir "What-if" perguntas para cada elemento da atividade ou sistema;
- Responder cada uma das perguntas "What-if" e desenvolver recomendações para aperfeiçoamento, sempre que o risco de potenciais problemas possa parecer desconfortável ou desnecessário;
- Segmentar os elementos da atividade ou do sistema, caso necessário;
- Usar os resultados na tomada de decisões. Logo, avaliar as recomendações da análise e implementar aqueles que irão trazer mais benefícios do que vai custar no ciclo de vida da atividade ou sistema.

2.5.2 Hazard and Operability Study (HAZOP)

O método Hazard and Operability Study (HAZOP) foi desenvolvido na década 70. Desde então, tornou-se um das técnicas escolhidas para a conceção de novos processos e operações, pois além da sua capacidade na identificação de riscos de segurança, a saúde e ambientais, o HAZOP também pode ser usado para reconhecimento de possíveis riscos operacionais (Crawley & Tyler, 2015). Neste método, os processos e diagramas de instrumento são examinados de forma sistemática por um grupo de especialistas multidisciplinar, em cada secção do diagrama de processo onde possam surgir causas anormais e consequências negativas que podem ser detetadas através de variações e/ou desvios da operação normal, assim são identificados os potenciais problemas no diagrama de processo (Khan & Abbasi, 1997). A Figura 12 mostra o fluxograma do procedimento HAZOP.

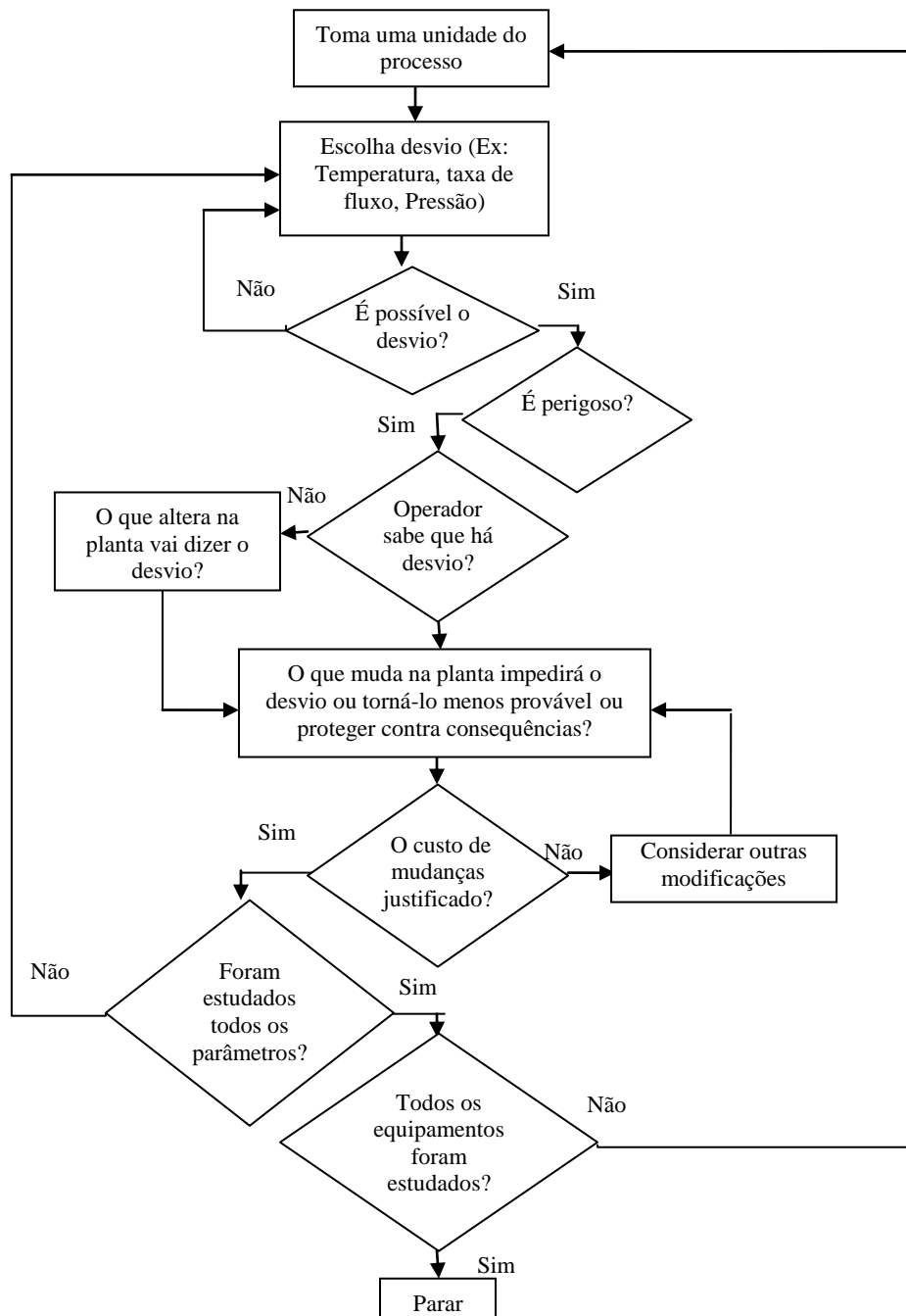


Figura 12-Processo HAZOP
(adaptado Khan & Abbasi, 1997).

Segundo Marhaviلاس 2011, o método pode resume-se às seguintes características:

- É uma avaliação sistemática, altamente estruturada contando com um guia HAZOP, para gerar uma revisão abrangente e assegurar que estão em vigor as defesas apropriadas contra os acidentes;
- É realizada geralmente por uma equipe multidisciplinar;
- É aplicável a qualquer sistema ou procedimento;
- É usado frequente como uma técnica de avaliação de risco em nível do sistema;
- Gera essencialmente resultados qualitativos, embora também seja possível gerar alguns resultados quantitativos primários.

2.5.3 Weighted Risk Analysis (WRA)

A análise de risco ponderado (WRA) é uma ferramenta de comparação de diferentes riscos, tais como, os investimentos, perdas econômicas e das vidas humanas, numa dimensão (ex: monetária), uma vez que os investimentos e riscos, podem ser representados unicamente em moeda. Na execução desta análise, não são apenas tomados em consideração os aspetos técnicos, mas também outros aspetos, tais como o económico, ambiental, conforto, aceitação relacionado, político, psicológico e social desempenham um papel relevante. O WRA pode ser facilmente estendido a vários elementos da tomada de decisão, dependendo a origem do tomador de decisão, tal como podemos verificar na seguinte equação 1 (Suddle, 2009).

(Equação 1):

$$RW = \alpha 1 \sum_{i=1} Rhumana,i + \alpha 2 \sum_{j=1} Reconomica,j + \alpha 3 \sum_{k=1} Rambiente,k + \dots$$

Onde:

- RW= Risco ponderado (unidade de custo por ano)
- $\alpha 1$ = Valor (monetário) por fatalidade ou ferimento (custo unitário);
- $\alpha 2$ = Valor (monetário) por risco económico (custo unitário);
- $\alpha 3$ = Valor (monetário) por risco ambiental (custo unitário), e assim por diante.

2.5.4 Clinical Risk and Error Analysis (CREA)

O método Clinical Risk and Error Analysis (CREA), tem uma abordagem metodológica para análise quantitativa de risco, que se resume em 5 passos baseados em técnicas que estão estabelecidas com sucesso na área industrial. Tem como intuito fornecer uma visão imparcial das condições de risco, CREA permite que o avaliador associe dados que foram coletados por meio observação direto dos processos ou entrevistas aos operadores para dados estatísticos reportados em literatura (Trucco & Cavallin, 2006). A avaliação dos riscos para o método de CREA é sintetizado de seguinte forma: Para cada atividade k, a probabilidade (P (EM_{ik})) de ocorrência do modo de erro EM_i-th (EM) e a índice de gravidade (D (EM_{ik})) do dano associado é calculado a com base nos dados disponíveis e decisão dos peritos, o seu produto representa o Índice de Risco (R (EM_{ik})) para cada EM, como mostra a equação 2 (Marhaviolas 2011).

(Equação 2): $R (EM_{ik}) = P (EM_{ik}) \times D (EM_{ik})$

Onde:

- $R (EM_{ik})$ = Índice de risco
- $P (EM_{ik})$ = Probabilidade
- $D (EM_{ik})$ = Índice de gravidade

2.5.5 Event Tree Analysis (ETA)

Uma árvore de eventos consiste num evento de iniciação, eventos subsequentes prováveis e os resultados finais causada pela sequência de eventos. Eventos subsequentes são prováveis independentes entre si e o resultado final específico depende apenas do início do evento e os eventos subsequentes. Logo, a probabilidade de ocorrência de um caminho específico pode ser obtido multiplicando as probabilidades de todos os eventos subsequentes existente num percurso (Hong et al, 2009). Análise qualitativa na árvore de eventos identifica as possíveis consequências resultantes de um evento inicial, enquanto a análise quantitativa estima a probabilidade ou frequência dos eventos resultado para a árvore (Ferdous et al, 2009). Segundo o Marhavilas (2011), a técnica ETA não é aplicável apenas na concepção, construção, operação e estágios, mas também é aplicável na mudança de operação e na análise das causas de acidentes. As características principais da técnica são:

- Regular a escala de possíveis acidentes resultantes do evento inicial,
- É uma técnica de avaliação de risco que efetivamente responde por tempo, dependência e o efeito de dominó entre os vários contribuidores do acidente que são complexos para modelar a árvore de falhas;
- É uma técnica que inclui a análise qualitativa e quantitativa.

A Figura 13 mostra o fluxograma da ETA.



Figura 13-Fluxograma da ETA
(adaptado Korea Occupational Safety and Health Agency (KOSHA, 1997))

2.6 Enquadramento Legal e Normativo

A indústria de produção de componentes para automóveis, é exigente no que diz respeito à gestão de segurança e saúde ocupacionais. Esta tese tem como objetivo avaliar os riscos presentes na área de produção de componentes, através do processo de injeção de plásticos, para implementação de medidas de prevenção.

A legislação portuguesa e as normas aplicáveis ao sector, encontram-se dispostas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2-Legislação Portuguesa

Área Intervenção	Diploma	Âmbito
Promoção da Segurança e Saúde no local de Trabalho	Lei 3/2014 de 28 de Janeiro	Procede à segunda alteração ao regime jurídico da promoção da segurança e saúde no trabalho aprovado pela Lei nº102/2009, de 10 de setembro.
	Lei 102/2009 de 10 de Setembro	Regime jurídico da segurança e saúde no trabalho, transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 89/391/CEE, do Conselho, de 12 de Junho. Alterações introduzidas pela Lei 3/2014 de 28 Janeiro.
	Decreto-lei 220/2008 de 12 de Novembro	Estabelece o Regime Jurídico da Segurança Contra Incêndio em Edifícios (RJ-SCIE)
Ruído	Decreto-Lei 182/2006, de 6 de Setembro	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2003/10/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 6 de Fevereiro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde em matéria de exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (ruído).
Vibrações	Decreto-Lei 46/2006, de 24 de Fevereiro	Transpõe para a ordem jurídica nacional a Diretiva n.º 2002/44/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa às prescrições mínimas de proteção da saúde e segurança dos trabalhadores em caso de exposição aos riscos devidos a agentes físicos (vibrações).
Equipamentos de proteção individual (EPI)	Decreto-Lei 348/93, de 1 de Outubro	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 89/656/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamento de proteção individual no trabalho.
Movimentação manual de cargas	Decreto-Lei 330/93, de 25 de Setembro	Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 90/269/CEE, do Conselho, de 29 de Maio, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde na movimentação manual de cargas
Sinalização de Segurança	Portaria n.º 1456-A/95 de 11 de Dezembro	Regulamenta as prescrições mínimas de colocação e utilização da sinalização de segurança e de saúde no trabalho.
Máquinas e Equipamentos de Trabalho	Decreto-Lei 103/2008, de 24 de Junho	Estabelece as regras relativas à colocação no mercado e entrada em serviço das máquinas e respetivos acessórios, transpondo para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio, relativa às máquinas e que altera a Diretiva n.º 95/16/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Junho, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes aos ascensores.
	Decreto-Lei 50/2005, de 25 de Fevereiro	Regula as prescrições de segurança e saúde dos trabalhadores na utilização de equipamentos de trabalho.
Estabelecimentos Industriais	Portaria n.º 53/71 de 3 de Fevereiro	Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Saúde do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais.
	Portaria nº 702/80, de 22 de Setembro de 1980	Aprova o Regulamento Geral de Segurança e Saúde do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais. Revoga parcial. a Port. n.º 53/71 de 3 de Fev..

Tabela 3-Norma Portuguesa

Norma	Âmbito
NP 4397:2008	A norma portuguesa para Sistemas de Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho Ponto “ 4.3.1 – Identificação dos perigos, a precisão do risco e definição de controlos ”

3 OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Objetivos da Dissertação

O presente estudo tem como objetivo principal, comparar a reprodutibilidade dos resultados da avaliação de riscos de uma atividade, utilizando três métodos (Método integrado de Avaliação de Riscos (MIAR), William T. Fine e a NTP 330) aplicados por 16 técnicos superiores de segurança ocupacional. De modo a alcançar o objetivo principal deste estudo, foram definidos os seguintes objetivos específicos:

- Caracterizar as condições em que a atividade em estudo é executada;
- Identificar os perigos e os fatores de risco;
- Adaptar os três métodos no contexto de indústria automóvel;
- Analisar e comparar os resultados obtidos por diferentes métodos;
- Propor algumas medidas para melhorar a aplicabilidade e aumentar a fiabilidade do método a validar.

3.2 Materiais e Métodos

Para presente trabalho, foram estabelecidas etapas de condução de forma garantir a objetividade do estudo, onde podemos verificar no diagrama processual presente na Figura 14.

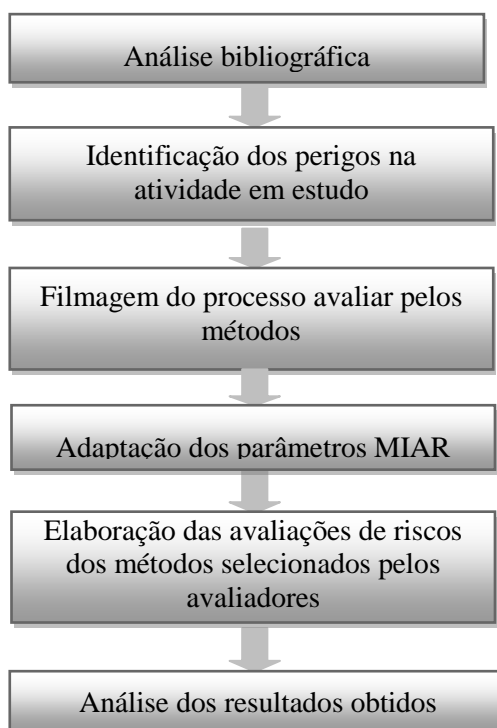


Figura 14 – Diagrama processual do estudo desenvolvido

3.2.1 Contexto

O processo em estudo foi a mudança do molde nas máquinas de injeção de plástico, na área de produção de uma indústria de fabricação de componentes de equipamentos elétricos eletrônicos para veículos automóveis. Para garantir a homogeneidade de dados a fornecer aos avaliadores, o processo foi filmado na sua totalidade, sendo que posteriormente foi feita a edição do mesmo vídeo de modo a sintetizar o conjunto das operações desenvolvidas.

3.2.2 Riscos

Para identificação dos perigos presentes no processo foi necessário recolha de seguintes informações:

- Procedimento da mudança do molde (fornecido pela empresa);
- Instruções de trabalho das máquinas de injeção;
- Condicionantes da envolvente;
- Equipamentos utilizados;
- Condições de trabalho.

Após recolher as informações acima referidas, foram identificadas os aspetos que pudessem ser risco para o trabalhador, tais como:

- Queda de objetos - aspetos relacionados com material/objetos transportados em locais elevados e que possam originar queda em altura.
- Choque com ou contra - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrer choque com ou contra pessoas ou objetos durante o trabalho.
- Esmagamento - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de esmagamento de qualquer parte do corpo por peças móveis de máquinas ou entre objetos ou materiais.
- Entalamento - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de entalamento de qualquer parte do corpo por peças móveis de máquinas ou entre objetos ou materiais.
- Queda ao mesmo nível - aspetos relacionados com a existência de obstáculos ou substâncias no solo que possam provocar uma queda ao mesmo nível.
- Queda em altura - aspetos relacionados com trabalho efetuado em locais elevados ou nos seus acessos e que não tenham a proteção adequada e que possam originar queda em altura.
- Contactos com superfícies quentes - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrer contactos com superfícies quentes e originar queimaduras.

- Lesão muscular - Risco de lesões músculo-esqueléticas - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrerem sobre esforços, posturas inadequadas ou movimentos repetitivos.
- Projeção de fluidos a alta pressão e temperatura - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de ocorrer projeções de fluidos a alta pressão e temperatura.
- Intoxicação - aspetos relacionados com a realização de trabalhos onde existe a possibilidade de exposição a poeira ou substâncias nocivas ou tóxicas, devidos à inalação.

3.2.3 Materiais utilizados

Para efeito do presente estudo foram utilizados os seguintes materiais:

- Câmara de filmar;
- Caneta, lápis e papel;
- Inquérito com os 3 métodos avaliar;
- Procedimento de mudança de molde da empresa em estudo;
- Computador.

3.2.4 Métodos utilizados

- **Método de Avaliação William T. Fine**

Este método permite calcular a gravidade e a probabilidade relativas de cada risco, associando a cada risco a ação preventiva a efetuar e o custo associado à implementação da mesma, ou seja permite considerar também o tempo de implementação, o esforço e a previsão de investimento (Mandarini, 2005). A fórmula de cálculo, usado por este método, é dada pela equação 3.

(Equação 3): $R = F_c \times F_e \times F_p$

Em que:

- R - Magnitude do Risco;
- F_c - Fator consequência;
- F_e - Fator Exposição;
- F_p - Fator Probabilidade.

O fator consequência define-se como os resultados mais prováveis de um acidente, resultando do risco em análise, considerando-se quer os danos pessoais, como também os materiais. O fator exposição traduz um índice associado à frequência com que se apresenta a situação de risco,

sendo que o primeiro acontecimento indesejado seria o ponto de partida da sequência que conduziria ao acidente. O fator probabilidade traduz um índice associado à probabilidade de uma vez iniciado a sequência de acontecimentos, ela se desenvolver e terminar no acidente e suas consequências. Na Tabela 4, indica a consequências dos danos corporais e danos materiais, pela que Tabela 5 indica a frequência de ocorrência da situação de risco e Tabela 6 o fator de exposição.

Tabela 4-Consequências de danos corporais e danos materiais

Consequências (Fc)		
Danos Corporais	Danos Materiais	Valor
Grande Numero de Mortes	Danos > 1.000.000€ e quebras importantes na atividade.	100
Varias Mortes	De 500.000€ a 1.000.000€	50
Mortes	Danos de 100.000€ a 500.000€	25
Lesões Graves, Amputações, Invalidez permanente	De 1000 a 100.000€	15
Incapacidades Temporárias	Até 1000€	5
Ferimentos Ligeiros	Pequenos Danos	1

Tabela 5-Frequência de ocorrência da situação de risco

Fator de exposição (Fe)	
Frequência de ocorrência da situação de risco	Valor
Continuadamente, varias vezes ao dia.	10
Frequentemente, aproximadamente uma vez por dia.	6
Ocasionalmente, de uma vez por semana a uma vez por mês.	3
Irregularmente, de uma vez por mês a uma vez por ano.	2
Raramente, sabe-se que já ocorreu.	1
Remotamente possível, não se tem conhecimento que já tenha ocorrido.	0.5

Tabela 6-Fator de exposição

Fator de exposição (Fp)	
Probabilidade da sequência de acontecimentos, incluindo as consequências	Valor
Resultado mais provável se a situação inicial de risco ocorrer	10
É completamente possível, a probabilidade é de 50 %	6
Seria uma coincidência remotamente possível; sabe-se que já ocorreu	3
Seria uma sequência ou coincidência rara	1
Extremamente remota mas concebível; nunca aconteceu em muitos anos de exposição	0.5
Sequência praticamente impossível; possibilidade de 1 em 1000000	0.1

A componente económica faz-se introduzindo na fórmula de cálculo mais duas variáveis, Fator Custo (Fc) e Grau de Correção (Gc) aplicando a seguinte equação:

$$(\text{Equação 4}): \text{Justificação (J)} = \text{Fc} \times \text{Fe} \times \text{Fp} / (\text{Fc} \times \text{Gc})$$

A Tabela 7 classifica o grau de perigosidade, através da magnitude do risco obtido, a Tabela 8 indica o fator de custo e a Tabela 9 grau de correção.

Tabela 7-Grau de perigosidade

Grau de perigosidade (GP)		
Magnitude do risco	Classificação	Medidas
≥400	Grave Iminente	Suspensão imediata da atividade perigosa
200 a 400	Alta	Correção imediata
70 a 200	Notável	Correção logo que possível
20 a 70	Moderado	Deve ser eliminado mas não é uma emergência
< 20	Aceitável	Situação a manter

Tabela 8-Fator de custo

Fator de custo (FC)	
Valor esperado do custo da ação corretiva	Valor
Mais de 2500€	10
1250€ a 2500€	6
675€ a 1250€	4
335€ a 675€	3
150€ a 335€	2
75€ a 150€	1
<75€	0.5

Tabela 9-Grau de correção

Grau de correção (GC)	
Diminuição do risco por aplicação da ação corretiva	Valor
Risco totalmente eliminado	1
Risco reduzido pelo menos 75%	2
Risco reduzido de 50% a 75%	3
Risco reduzido de 25% a 50%	4
Ligeiro efeito sobre o risco de menos de 25%	6

• NTP 330

O método espanhol NTP 330 Sistema Simplificado de Avaliação de Riscos de Acidente, quantifica a gravidade dos riscos detetados, de modo estabelecer prioridades de intervenção, para a minimização, eliminação e controlo dos mesmos (ISHT, 2010).

A metodologia implica identificação dos riscos “in loco” dos locais de trabalho, para determinar:

- Nível de deficiência (ND);
- Nível de exposição (NE);
- Nível de probabilidade (NP);
- Nível de consequência (NC).

A determinação de Nível de Risco (NR) é calculada pela equação seguinte:

(Equação 5): $NR = NP \times NC$

Nível de deficiência – Corresponde o nível da magnitude da relação esperada entre o conjunto de fatores de risco considerados e sua relação causal direta com o possível acidente. Para determinação do ND é utilizada as escalas apresentada na Tabela 10.

Tabela 10-Nível de deficiência

Nível de deficiência	ND	Significado
Muito deficiente (MD)	10	Deteção de fatores de risco significativos que podem gerar com muita probabilidade acontecimentos de falha. O conjunto de medidas preventivas existentes é ineficaz.
Deficiente (D)	6	Deteção de alguns fatores de risco significativos que precisam ser corrigidos. O conjunto de medidas preventivas existentes é pouco eficaz.
Melhorável (M)	2	Deteção de fatores de risco de menor importância. Existe alguma eficácia do conjunto de medidas preventivas existentes, face ao risco.
Aceitável (A)	---	Não foram detetadas anomalias. O risco está controlado.

Nível de exposição – É medida da frequência de exposição ao risco, isto é, o tempo que um trabalhador está exposto. Para determinação do NE é utilizada as escalas apresentada na Tabela 11.

Tabela 11-Nível de exposição

Nível de exposição	NE	Significado
Continuada (EC)	4	Continuada. Várias vezes no dia de trabalho com tempo prolongado.
Frequente (EF)	3	Várias vezes no dia de trabalho, com tempos curtos.
Ocasional (EO)	2	Alguma vez no dia de trabalho e com períodos de tempo curto
Esporádica (EE)	1	Irregularmente.

Nível de Probabilidade – É função do Nível de Deficiência e do Nível de Exposição, a sua determinação é expressa pela equação.

(Equação 6): $NP = NE \times ND$

A Tabela 12 mostra o nível de probabilidade obtida através da função entre os valores do nível de exposição com o nível de deficiência e a Tabela 13 significado dos diferentes níveis de probabilidade.

Tabela 12-Nível de probabilidade

NP		Nível de exposição			
		4	3	2	1
Nível de deficiência	10	MA-40	MA-30	A-20	A-10
	6	MA-24	A-18	A-12	M-6
	2	M-8	M-6	B-4	B-2

Tabela 13-Significado de diferentes níveis de probabilidade

Nível de probabilidade	NP	Significado
Muito Alta (MA)	[24 - 40]	Situação deficiente com exposição continuada ou situação muito deficiente com exposição frequente. Normalmente a concretização do risco ocorre com frequência.
Alta (A)	[10- 20]	Situação deficiente com exposição frequente ou ocasional, ou situação muito deficiente com exposição ocasional ou esporádica. O risco pode-se ocorrer várias vezes no ciclo laboral.
Media (M)	[6 - 8]	Situação deficiente com exposição esporádica, ou situação melhorável com exposição continuada ou frequente. É possível a ocorrência do dano.
Baixa (B)	[2 - 4]	Situação melhorável com exposição ocasional ou esporádica. Não é esperado a ocorrência de danos, mas ainda que possa acontecer.

Nível de consequências – São considerados os quatro níveis de classificação das consequências. Eles classificam os danos físicos e materiais independentemente, tanto que os danos pessoais prevalecem com maior peso do que danos materiais. A escala numérica das consequências pode ser observada na Tabela 14, a Tabela 15 indica o nível de risco e a Tabela 16 o nível da intervenção.

Tabela 14-Nível de consequência

Nível de consequência	NC	Significado	
		Danos Pessoais	Danos Materiais
Mortal ou Catastrófico (M)	100	1 Morto ou mais.	Destruição total do sistema (dificilmente renovável).
Muito Grave (MG)	60	Lesões graves que podem ser irreparáveis.	Destruição parcial do sistema (reparação complexa e custosa).
Grave (G)	25	Lesões com incapacidade laboral temporária.	Exige paragem do processo para efetuar reparações
Leve (L)	10	Pequenas lesões que não requerem hospitalização.	Reparação sem necessidade de paragem do processo.

Tabela 15-Nível de Risco

NC x NP		Nível de Probabilidade					
		[40-24]	[20-10]		[8-6]	[4-2]	
Nível de consequências	100	I 4000-2400	I 2000-1200		I 800-600	II 400-200	
	60	I 2400-1440	I 1200-600		II 480-360	II 240	III 120
	25	I 1000-600	II 500-250		II 200-150	III 100-50	
	10	II 400-240	II 200	III 100	III 80-60	III 40	IV 20

Tabela 16-Nível de Intervenção

Nível de intervenção	NR	Significado
I	4000-600	Situação Crítica. Correção urgente.
II	500-150	Corrigir e adotar medidas de controlo.
III	120-40	Melhorar caso possível. Seria conveniente justificar a intervenção e a rentabilidade.
IV	20	Não intervir

• MIAR

O método MIAR foi desenvolvido pela Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (FEUP), adota os princípios da “Abordagem por Processos” baseada em vários referenciais, de entre os quais, NP EN ISO 9001:2000. De acordo com esta abordagem, as atividades da organização são detalhadas identificando as entradas, as funções e as saídas de cada processo, desta forma, todas as saídas de um processo devem ter uma correspondente entrada no seguinte, o que garante que não haverá elementos que não sejam adequadamente tratados. (Antunes, Baptista, e Diogo 2010). A metodologia tem como o objetivo identificar o Índice de Risco (IR) segundo a equação 7.

(Equação 7):

$$IR = G \times E \times F \times PC \times C$$

Onde :

- **IR**- Índice de risco;
- **G** - Gravidade;
- **E** - Extensão do impacto;
- **F** - Exposição/frequência de ocorrência do aspeto;
- **PC** -Desempenho dos sistemas de prevenção e controlo
- **C** - Custos e complexidade técnica das medidas de prevenção / correção do especto.

Na versão original os valores variam entre 1 e 1800 dentro de 4 níveis de risco, como se mostra na Tabela 17.

Tabela 17-Níveis de riscos

Índice de risco	
Menor	1-90
Médio	91-250
Elevado	251-500
Muito Elevado	501-1800

No decorrer do trabalho foi testada uma versão com 5 níveis de risco, pela redefinição dos limites dos níveis mais baixos (Figura 18).

Tabela 18-MIAR 5 níveis de riscos

Índice de risco	
Base	1-45
Menor	46-120
Médio	121-250
Elevado	251-500
Muito Elevado	501-1800

3.2.5 Avaliadores

Todos os avaliadores tiveram acesso ao vídeo referido no ponto 3.2.1 e uma folha Excel com os perigos, fatores desencadeadores e riscos. Cada um dos riscos foi avaliado pelos 3 métodos (William-Fine, NTP330 e MIAR). Para garantir uma amostragem significativa que garantisse a fiabilidade e reprodutibilidade dos métodos, as diferentes situações foram avaliadas por 20 sujeitos, dos quais foram validadas as respostas de 16. Todos os avaliadores são Técnicos Superiores de Segurança (TSS) com experiência média de avaliação de risco de 3 anos. Para garantir a confidencialidade da empresa o vídeo foi visualizado em ambiente controlado.

PARTE 2

4 RESULTADOS

O presente estudo de avaliação de riscos foi realizado numa indústria transformadora, nomeadamente fabricação de equipamentos elétrico e eletrónico para veículos automóveis. A atividade em estudo consiste na mudança de molde da máquina de injeção de plástico, sendo que os trabalhadores desta atividade, ocupam aproximadamente 80% do tempo de trabalho nestas tarefas.

4.1 Identificação dos perigos

Para compreender a metodologia do trabalho deste processo, foi efetuado o acompanhamento de varias mudanças de moldes, através da observação com intuito de recolher informação necessária que permitisse caracterizar todo o processo e posteriormente identificar os perigos presentes. Através do acompanhamento do processo, foram identificados os seguintes perigos e os seus respetivos riscos, como mostra a Tabela 19.

Tabela 19-Identificação de perigos e os seus respetivos riscos.

Perigo	Fator desencadeado	Risco
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos
	Desgaste de material de fixação e suporte	
	Excesso de peso	
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra
	Movimentação mecânica	Esmagamento
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separada para peões e para os equipamentos em movimento (pontes rolantes)	Choque com ou contra
		Esmagamento
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra
		Quedas de objetos
		Contacto com superfícies quentes
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto em mesmo nível
		Esmagamento
		Lesão muscular
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos
		Lesão muscular
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura
		Queda de objetos
		Contacto com superfícies quentes
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes
	Remoção do molde da máquina	Projeção de fluidos a alta pressão e temperatura
		Contacto com superfícies quentes
		Queda de objetos
		Queda em altura
		Esmagamento
		Entalamento
		Lesão muscular
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação

4.2 Resultados de algumas Avaliações de Riscos Individuais

As Tabelas 20, 21 e 22, mostram 3 exemplos de resultados de 3 avaliadores, respetivamente pelos métodos WTF, NTP330 e MIAR. Nas referidas tabelas se pode comprovar que diferentes avaliadores atribuem valores diferentes para as variáveis em cada um dos métodos e para o mesmo método.

Tabela 20-Resultados obtidos por 3 avaliadores no método William T. Fine

Perigo	Fator desencadeado	Risco	VS				TN				PZ			
			Fc	Fe	Fp	R	Fc	Fe	Fp	R	Fc	Fe	Fp	R
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	1	1	1	0,25	25	6	10	1500	25	1	3	75
	Desgaste de material de fixação e suporte		1	1	1	0,25	25	6	10	1500	25	1	1	25
	Excesso de peso		1	1	1	0,25	25	1	10	250	25	1	1	25
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	5	1	1	1,25	15	1	10	150	15	6	6	540
	Movimentação mecânica	Esmagamento	15	1	1	3,75	25	1	10	250	15	6	3	270
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separadas para peões e equipamentos (pontes rolantes)	Choque com ou contra	5	1	1	1,25	15	1	6	90	15	6	6	540
		Esmagamento	15	1	1	3,75	15	1	6	90	5	10	3	150
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	5	1	1	2,5	5	1	6	30	5	6	6	180
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	15	1	1	7,5	5	1	6	30	25	10	10	2500
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	5	1	1	1,25	5	1	6	30	15	6	6	540
		Quedas de objetos	5	1	1	1,25	15	1	6	90	5	6	6	180
		Contacto com superfícies quentes	1	1	1	0,25	5	1	6	30	5	3	6	90
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto no mesmo nível	15	1	1	3,75	15	1	6	90	5	10	10	500
		Esmagamento	5	1	1	1,25	15	1	6	90	15	6	3	270
		Lesão muscular	5	1	1	1,25	5	1	6	30	5	10	3	150
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	1	1	1	0,25	5	1	6	30	5	6	1	30
		Lesão muscular	5	1	1	1,25	5	1	6	30	5	1	3	15
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	15	1	1	7,5	15	1	6	90	15	3	3	135
		Queda de objetos	1	1	1	0,25	5	1	6	30	15	6	1	90
		Contacto com superfícies quentes	1	1	1	0,25	5	1	6	30	5	6	3	90
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	1	1	1	0,25	5	1	6	30	15	6	3	270
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.	5	1	1	1,25	5	1	6	30	15	1	1	15
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	1	1	1	0,25	5	1	6	30	15	6	1	90
		Queda de objetos	1	1	1	0,25	15	1	6	90	5	3	3	45
		Queda em altura	15	1	1	7,5	15	1	6	90	25	1	10	250
		Esmagamento	15	1	1	3,75	15	1	6	90	15	1	3	45
		Entalamento	5	1	1	1,25	15	1	6	90	15	1	1	15
		Lesão muscular	5	1	1	1,25	5	1	6	30	5	2	6	60
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação	5	0	1	0,25	5	1	3	15	25	1	1	25

Tabela 21 - Resultados obtidos por 3 avaliadores no método NTP330

Perigo	Fator desencadeado	Risco	NB					LA					AP				
			NP	NC	NE	ND	NR	NP	NC	NE	ND	NR	NP	NC	NE	ND	NR
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	0	25	1		0	4	100	4	1	400	24	25	4	6	600
	Desgaste de material de fixação e suporte		0	25	1		0	4	100	4	1	400	24	25	4	6	600
	Excesso de peso		0	25	1		0	4	100	4	1	400	24	60	4	6	1440
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	0	10	1		0	4	100	4	1	400	24	25	4	6	600
	Movimentação mecânica	Esmagamento	0	25	1		0	4	100	4	1	400	40	100	4	10	4000
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separadas para peões e equipamentos (pontes rolantes)	Choque com ou contra	0	10	1		0	24	60	4	6	1440	24	25	4	6	600
		Esmagamento	0	10	1		0	24	60	4	6	1440	40	100	4	10	4000
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	0	10	1		0	8	60	4	2	480	24	25	4	6	600
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	2	10	1	2	20	8	100	4	2	800	40	60	4	10	2400
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	6	10	1	6	60	8	60	4	2	480	24	25	4	6	600
		Quedas de objetos	0	10	1		0	8	10	4	2	80	24	25	4	6	600
		Contacto com superfícies quentes	2	25	1	2	50	24	10	4	6	240	40	25	4	10	1000
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto no mesmo nível	0	10	1		0	8	10	4	2	80	24	60	4	6	1440
		Esmagamento	0	25	1		0	8	60	4	2	480	40	100	4	10	4000
		Lesão muscular	0	10	1		0	24	60	4	6	1440	24	25	4	6	600
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	0	10	1		0	8	60	4	2	480	24	25	4	6	600
		Lesão muscular	0	10	1		0	24	60	4	6	1440	24	25	4	6	600
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	0	25	1		0	8	60	4	2	480	40	60	4	10	2400
		Queda de objetos	0	10	1		0	8	60	4	2	480	24	25	4	6	600
		Contacto com superfícies quentes	2	25	1	2	50	24	10	4	6	240	40	25	4	10	1000
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	2	25	1	2	50	24	10	4	6	240	40	25	4	10	1000
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp	0	50	1		0	8	60	4	2	480	20	60	2	10	1200
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	2	25	1	2	50	24	10	4	6	240	40	25	4	10	1000
		Queda de objetos	0	10	1		0	4	60	4	1	240	24	25	4	6	600
		Queda em altura	0	10	1		0	4	60	4	1	240	40	60	4	10	2400
		Esmagamento	0	10	1		0	4	60	4	1	240	40	100	4	10	4000
		Entalamento	0	10	1		0	4	60	4	1	240	40	25	4	10	1000
		Lesão muscular	0	10	1		0	24	60	4	6	1440	24	25	4	6	600
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração Intoxicação	Intoxicação	0	10	1		0	8	60	4	2	480	20	60	2	10	1200

- Espaço em branco no método NTP330, foi atribuído o valor 1.

Tabela 22-Resultados obtidos por 3 avaliadores no método MIAR

Perigo	Fator desencadeado	Risco	PV						OM						JR					
			G	E	F	PC	C	IR	G	E	F	PC	C	IR	G	E	F	C	PC	IR
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	5	3	1	1	3	45	5	1	1	1	3	15	10	1	2	5	3	300
	Desgaste de material de fixação e suporte		5	3	1	1	3	45	5	1	1	1	3	15	1	1	2	5	3	30
	Excesso de peso		5	3	1	1	3	45	5	1	1	1	3	15	10	1	2	5	3	300
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	2	3	2	1	3	36	5	1	3	1	3	45	1	1	2	5	3	30
	Movimentação mecânica	Esmagamento	3	3	2	1	3	54	5	1	3	1	3	45	10	1	2	5	3	300
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separadas para peões e equipamentos (pontes rolantes)	Choque com ou contra	2	3	2	1	3	36	5	1	3	4	2	120	10	1	2	5	3	300
		Esmagamento	3	3	2	1	3	54	5	1	3	4	2	120	10	1	2	5	3	300
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	2	3	1	1	3	18	5	4	3	3	1	180	2	4	3	5	3	360
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	2	3	3	1	3	54	10	1	3	3	2	180	5	1	3	5	3	225
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	2	3	3	1	3	54	3	1	2	3	3	54	5	4	3	5	3	900
		Quedas de objetos	2	3	3	1	3	54	3	1	2	3	3	54	10	4	3	5	3	1800
		Contacto com superfícies quentes	3	3	3	1	3	81	3	1	2	3	3	54	3	1	3	5	3	135
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto no mesmo nível	2	3	2	1	3	36	3	1	3	3	3	81	2	4	3	5	3	360
		Esmagamento	2	3	2	1	3	36	3	1	3	3	3	81	5	1	3	5	3	225
		Lesão muscular	2	3	2	1	3	36	5	1	3	3	1	45	3	1	3	5	3	135
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	2	3	2	1	3	36	1	1	3	3	3	27	5	1	3	5	3	225
		Lesão muscular	2	3	2	1	3	36	3	1	3	3	3	81	5	1	3	5	3	225
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	2	3	2	1	3	36	10	1	3	3	2	180	5	1	3	5	3	225
		Queda de objetos	2	3	2	1	3	36	3	1	3	3	3	81	3	1	3	5	3	135
		Contacto com superfícies quentes	5	3	2	1	3	90	5	1	3	3	3	135	5	1	3	5	3	225
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	5	3	2	1	3	90	5	1	3	3	3	135	5	1	3	5	3	225
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.	5	3	2	1	3	90	5	1	3	3	3	135	5	1	3	5	3	225
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	5	3	2	1	3	90	5	1	3	3	3	135	5	1	3	5	3	225
		Queda de objetos	3	3	2	1	3	54	3	1	3	3	3	81	3	1	3	5	3	135
		Queda em altura	3	3	2	1	3	54	10	1	3	3	1	90	3	1	3	5	3	135
		Esmagamento	3	3	2	1	3	54	5	1	3	3	1	45	3	1	3	5	3	135
		Entalamento	2	3	2	1	3	36	5	1	3	3	1	45	5	1	3	5	3	225
		Lesão muscular	2	3	2	1	3	36	5	1	3	3	1	45	3	1	3	5	3	135
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração Intoxicação	Intoxicação	2	3	1	1	2	12	5	2	1	1	1	10	2	3	3	5	3	270

4.2.1 Agrupamento de resultados da avaliação

Os diferentes métodos têm diferentes escalas absolutas de avaliação, as quais são subdivididas em classes de riscos de 1 a 5 ou 1 a 4 respetivamente para os métodos WTF ou NTP330 e MIAR. Os gráficos das Figuras 15, 16 e 17, mostram a diferença entre a taxa de variação com os valores com as escalas absolutas e com classes de risco agrupadas. Com a base nos resultados obtidos nesta comparação foi decidido utilizar os valores agrupados por classes.

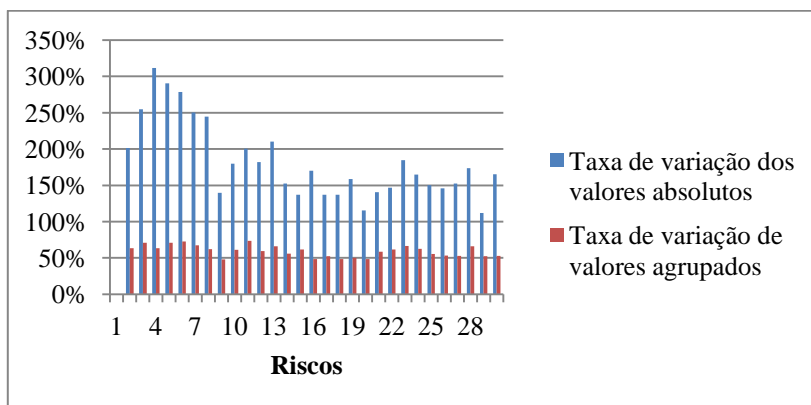


Figura 15-Comparação de taxas de variação do método William T. Fine

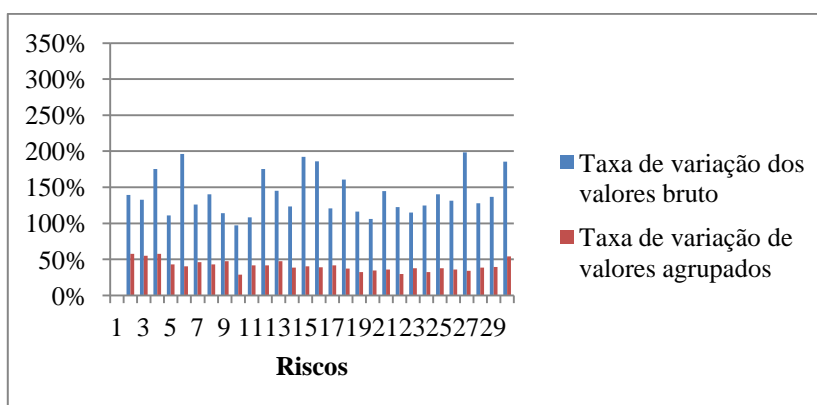


Figura 16 - Comparação de taxas de variação do método NTP330

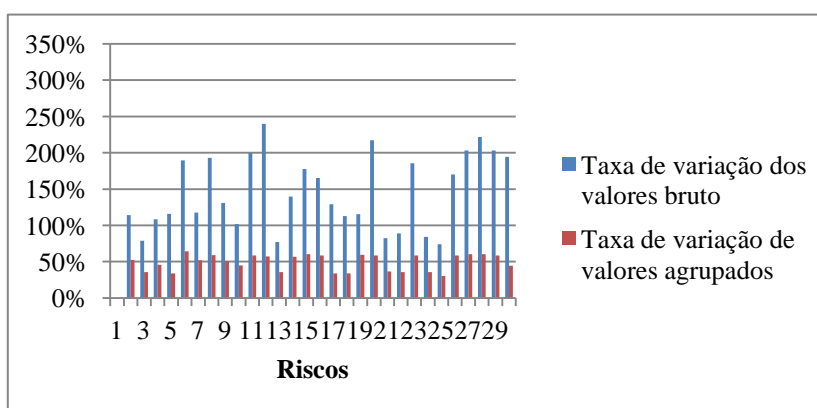


Figura 17- Comparação de taxas de variação do método MIAR

4.3 Resultados das Avaliações de Riscos

Os resultados apresentados nas Tabelas 23, 24, 25 e 26, apresentam as classes atribuídas aos riscos avaliados pela totalidade dos avaliadores para cada um dos métodos em análise.

Após enumeração dos riscos, é apresentado em cada coluna o resultado da avaliação global de cada avaliador.

Tabela 23 - Resultados obtidos pelo método William T. Fine

Perigo	Fator desencadeado	Risco	R															
			LA	NB	AC	PV	JR	JB	JA	OM	VS	AP	RR	TN	RA	CE	PZ	JC
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	1	3	1	1	5	2	1	3	1	3	3	5	1	1	3	5
	Desgaste de material de fixação e suporte		1	1	1	1	1	2	1	3	1	3	3	5	1	1	2	5
	Excesso de peso		1	1	1	1	2	2	1	3	1	3	3	4	1	1	2	5
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3	3	3	1	1	5	5
	Movimentação mecânica	Esmagamento	1	1	1	1	1	2	1	2	1	5	3	4	1	1	4	5
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separada para peões e para os equipamentos em movimento (pontes rolantes)	Choque com ou contra	1	1	2	1	2	1	1	2	1	3	3	3	1	1	5	5
		Esmagamento	1	1	2	1	1	2	1	2	1	5	3	3	2	1	3	5
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	1	1	1	1	1	1	1	2	1	3	2	2	2	1	3	3
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	1	1	2	1	1	3	2	5	1	5	5	2	2	2	5	5
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	1	1	2	1	1	1	1	2	1	3	1	2	1	1	5	5
		Quedas de objetos	1	1	2	1	2	1	1	2	1	3	2	3	1	1	3	5
		Contacto com superfícies quentes	1	2	1	1	3	1	1	2	1	5	2	2	1	1	3	5
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto em mesmo nível	1	1	1	1	2	2	1	2	1	3	3	3	2	1	5	3
		Esmagamento	1	1	1	1	1	3	1	2	1	5	5	3	2	2	4	3
		Lesão muscular	2	2	3	1	2	2	1	2	1	4	5	2	2	1	3	3
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	1	1	1	1	4	1	2	1	1	3	2	2	1	3	2	3
		Lesão muscular	2	1	3	1	2	1	2	2	1	4	1	2	2	1	1	3
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	1	2	1	1	2	2	2	3	1	5	5	3	2	3	3	3
		Queda de objetos	1	1	1	1	3	1	2	2	1	3	1	2	1	3	3	3
		Contacto com superfícies quentes	1	2	1	1	4	2	3	2	1	5	3	2	1	1	3	5
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	1	2	1	1	4	1	3	4	1	5	3	2	1	1	4	5
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.	1	1	1	1	3	2	3	4	1	2	5	2	1	1	1	5
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	1	2	1	1	4	1	2	4	1	5	3	2	1	1	3	5
		Queda de objetos	1	1	1	1	3	2	2	5	1	3	1	3	1	3	2	3
		Queda em altura	1	1	1	1	3	2	2	4	1	5	5	3	2	3	4	3
		Esmagamento	1	1	1	1	2	2	2	2	1	5	3	3	1	2	2	3
		Entalamento	1	1	1	1	2	1	2	2	1	5	5	3	1	2	1	3
		Lesão muscular	2	1	3	1	3	1	2	4	1	4	5	2	2	1	2	3
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação	1	1	3	1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	2	3

Tabela 24- Resultados obtidos pelo método NTP330

Perigo	Fator desencadeado	Risco	NR															
			LA	NB	AC	PV	JR	JB	JA	OM	VS	AP	RR	TN	RA	CE	PZ	JC
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	3	1	1	2	1	3	2	1	1	4	1	3	1	1	4	3
	Desgaste de material de fixação e suporte		3	1	1	2	1	3	2	1	1	4	1	3	1	1	3	3
	Excesso de peso		3	1	1	2	4	3	2	1	1	4	1	3	1	1	1	3
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	3	1	1	2	1	3	2	3	1	4	3	3	2	2	3	4
	Movimentação mecânica	Esmagamento	3	1	1	2	4	3	2	3	1	4	3	3	2	2	3	4
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separada para peões e para os equipamentos em movimento (pontes rolantes)	Choque com ou contra	4	1	1	2	4	1	2	3	2	4	2	4	2	2	4	4
		Esmagamento	4	1	1	2	4	1	2	3	3	4	3	4	2	2	4	4
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	3	1	1	1	2	2	1	4	2	4	2	3	3	1	3	3
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	4	1	2	2	4	3	4	4	3	4	4	3	3	3	4	3
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	3	2	1	1	4	2	2	3	2	4	2	4	2	2	4	4
		Quedas de objetos	2	1	1	2	4	3	2	2	2	4	3	4	2	2	4	4
		Contacto com superfícies quentes	3	2	1	1	3	1	2	2	2	4	2	4	2	2	1	4
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto em mesmo nível	2	1	1	2	1	3	2	3	2	4	4	3	3	3	3	3
		Esmagamento	3	1	1	1	4	3	2	2	3	4	3	3	3	2	4	2
		Lesão muscular	4	1	1	2	2	3	2	3	2	4	4	3	3	2	4	2
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	3	1	1	2	3	2	3	2	1	4	2	3	3	2	1	2
		Lesão muscular	4	1	1	2	3	2	3	2	2	4	2	3	3	2	2	2
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	3	1	1	2	4	3	3	4	4	4	4	3	3	3	3	3
		Queda de objetos	3	1	1	2	2	2	2	3	2	4	2	3	2	3	3	2
		Contacto com superfícies quentes	3	2	1	2	3	3	2	3	2	4	3	3	2	2	1	4
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	3	2	1	2	3	2	3	3	2	4	3	3	2	3	3	4
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.	3	1	2	2	3	3	3	4	1	4	3	3	3	3	1	4
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	3	2	1	2	3	2	3	4	2	4	3	3	2	2	3	4
		Queda de objetos	3	1	1	2	2	3	3	4	2	4	2	3	2	2	4	3
		Queda em altura	3	1	1	2	2	3	3	3	4	4	4	4	4	2	3	3
		Esmagamento	3	1	1	2	3	3	3	3	3	4	3	4	3	2	4	2
		Entalamento	3	1	1	2	3	2	2	3	2	4	3	4	2	2	4	2
		Lesão muscular	4	1	1	2	2	2	2	3	2	4	3	3	4	2	2	2
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação	3	1	1	1	3	2	1	1	1	4	1	2	2	1	2	3

Tabela 25- Resultados obtidos pelo método MIAR com 4 níveis

Perigo	Fator desencadeado	Risco	IR															
			LA	NB	AC	PV	JR	JB	JA	OM	VS	AP	RR	TN	RA	CE	PZ	JC
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	1	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Desgaste de material de fixação e suporte		1	1	1	1	1	1	2	1	1	2	1	1	1	1	2	2
	Excesso de peso		1	1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	2
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
	Movimentação mecânica	Esmagamento	1	1	1	1	3	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	2
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separadas para peões e equipamentos (pontes rolantes)	Choque com ou contra	1	1	1	1	3	1	1	2	1	3	2	1	2	1	3	3
		Esmagamento	1	1	1	1	3	2	1	2	1	4	2	1	1	1	1	3
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	1	1	1	1	3	2	1	2	1	3	1	1	1	1	1	2
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	3	1
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	1	1	1	1	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2
		Quedas de objetos	1	1	1	1	4	2	1	1	1	2	2	1	1	1	3	2
		Contacto com superfícies quentes	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto no mesmo nível	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	3	1	1	1	3	1
		Esmagamento	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1
		Lesão muscular	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	1
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
		Lesão muscular	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	4	1	1	1	3	1
		Queda de objetos	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	1
		Contacto com superfícies quentes	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	2	1
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	1
		Projeção de fluidos a alta pressão e temperatura	1	2	1	1	2	1	1	2	1	1	4	1	1	1	1	1
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	1	1	1	1	2	1	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1
		Queda de objetos	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1
		Queda em altura	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	1
		Esmagamento	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1
		Entalamento	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	1	1
		Lesão muscular	1	1	1	1	2	1	1	1	1	2	4	1	1	1	2	1
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabela 26 - Resultados obtidos pelo método MIAR com 5 níveis

Perigo	Fator desencadeado	Risco	IR															
			LA	NB	AC	PV	JR	JB	JA	OM	VS	AP	RR	TN	RA	CE	PZ	JC
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos	1	2	1	2	4	1	4	1	1	2	2	2	1	1	2	2
	Desgaste de material de fixação e suporte	Queda de objetos	1	1	1	2	1	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
	Excesso de peso	Queda de objetos	1	1	1	2	4	1	2	1	1	2	2	2	1	1	2	2
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	1	1	1	1	1	2	1	2	1	3	2	1	1	1	3	2
	Movimentação mecânica	Esmagamento	1	1	1	2	4	2	1	2	1	5	1	1	1	1	2	2
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separada para peões e para os equipamentos em movimento (pontes rolantes)	Choque com ou contra	1	1	1	1	4	2	1	2	1	4	2	2	2	1	4	4
		Esmagamento	1	1	1	2	4	2	1	2	1	5	3	2	2	1	2	4
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível	1	1	1	1	4	2	1	3	1	4	1	2	2	1	2	3
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	2	1	1	2	3	2	2	3	2	3	3	1	2	1	4	2
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	1	1	1	2	5	2	1	2	1	2	2	1	2	1	3	2
		Quedas de objetos	2	1	1	2	5	2	1	2	2	2	3	1	2	1	4	2
		Contacto com superfícies quentes	1	2	1	2	3	1	1	2	1	2	1	1	2	1	3	2
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto em mesmo nível	1	1	1	1	4	1	1	2	1	2	4	1	1	1	4	2
		Esmagamento	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	5	1	1	1	2	2
		Lesão muscular	2	1	1	1	3	1	1	2	2	2	5	1	1	1	3	2
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	1	1	1	1	3	1	1	1	1	2	3	1	1	1	2	2
		Lesão muscular	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	3	1	2	1	2	2
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura	2	1	1	1	3	2	2	3	2	3	5	2	1	1	4	2
		Queda de objetos	1	1	1	1	3	1	1	2	1	2	5	1	1	1	2	2
		Contacto com superfícies quentes	1	2	1	2	3	2	2	3	1	2	3	1	1	1	2	2
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes	1	2	1	2	3	2	1	3	1	2	2	1	1	1	3	2
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.	1	2	1	2	3	2	1	3	1	1	5	2	1	1	1	2
	Remoção do molde da máquina	Contacto com superfícies quentes	1	2	1	2	3	2	1	3	1	2	2	1	1	1	2	2
		Queda de objetos	1	1	1	2	3	2	1	2	1	2	2	1	1	1	2	2
		Queda em altura	2	1	1	2	3	2	1	2	2	3	5	1	2	1	3	2
		Esmagamento	1	1	1	2	3	2	1	2	1	3	5	1	2	1	2	2
		Entalamento	1	1	1	1	3	2	1	2	1	2	5	1	1	1	1	2
		Lesão muscular	2	1	1	1	3	1	1	2	2	2	5	1	2	1	3	2
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração	Intoxicação	1	1	1	1	4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2

Tabela 27 - Resultados obtidos pelo método MIAR com 5 níveis, após aplicação dos critérios de identificação dos *outliers*

Perigo	Fator desencadeado	Risco	IR																
			LA	NB	AC	PV	JR	JB	JA	OM	VS	AP	RR	TN	RA	CE	PZ	JC	
Pontes rolante	Objeto mal fixado	Queda de objetos																	
	Desgaste de material de fixação e suporte	Queda de objetos	1	1		1		1	2	1	1			2	1				
	Excesso de peso	Queda de objetos	1	1		1		1	2	1	1			2	1				
	Movimentação mecânica	Choque com ou contra	1	1		1		2	1	1	1			1	1				
	Movimentação mecânica	Esmagamento	1	1		2		2	1	1	1			1	1				
Vias de circulação	Inexistência de vias de circulação separada para peões e para os equipamentos em movimento (pontes rolantes)	Choque com ou contra	1	1		1		2	1	2	1			2	2				
		Esmagamento	1	1		2		2	1	2	1			2	2				
	Piso escorregadio	Queda ao mesmo nível																	
Máquina de injeção (Escadas)	Deslocação vertical com escadas	Queda em altura	2	2		2		2	2	3	2			1	2				
Máquina de injeção (Não delimitação da área de trabalho)	Circulação de trabalhadores na área de trabalho	Choque com ou contra	1	1		2		2	1	2	1			1	2				
		Quedas de objetos	2	1		2		2	1	2	2			1	2				
		Contacto com superfícies quentes	1	2		2		1	1	2	1			1	2				
Máquina de injeção (Periférico)	Mudança de periférico	Queda de pessoa e objeto em mesmo nível	1	1		1		1	1	2	1			1	1				
		Esmagamento	1	1		1		1	1	2	1			1	1				
		Lesão muscular	1	1		1		1	1	1	1			1	1				
Máquina de injeção (Garra)	Mudança da garra	Queda de objetos	1	1		1		1	1	1	1			1	1				
		Lesão muscular	1	1		1		1	1	2	1			1	2				
Máquina de injeção	Processo de afinação do carro de injeção	Queda em altura																	
		Queda de objetos	1	1		1		1	1	2	1			1	1				
		Contacto com superfícies quentes																	
Máquina de injeção (mudança do molde)	Remoção de ligações do molde na máquina	Contacto com superfícies quentes																	
		Projeção de fluidos a alta pressão e temp.																	
		Contacto com superfícies quentes																	
	Remoção do molde da máquina	Queda de objetos																	
		Queda em altura	2	1		2		2	1	2	2			1	2				
		Esmagamento																	
		Entalamento	1	1		1		2	1	1	1			1	1				
Lesão muscular	1	1		1		1	1	1	1			1	2						
Fuga de Químicos tóxicos	Falha no sistema de extração Intoxicação	Intoxicação	1	1		1		1	1	1	1			1	1				

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

5.1 Resultados dos descritores de dispersão da Avaliação de Riscos

Após analisar os resultados das avaliações de risco com os três métodos utilizados pelos 16 avaliadores, os dados foram tratados com intuito de comparar os resultados obtidos, tal como se apresenta na Tabela 28.

Tabela 28- Resultados estatísticos das medidas de dispersão da Avaliações de Riscos

Riscos	Amplitude total			Variância			Desvio padrão			Media			Coeficiente de variação		
	WTF	NTP 330	MIAR 4 Níveis	WTF	NPT 330	MIAR 4 Níveis	WTF	NTP 330	MIAR	WTF	NTP 330	MIAR 4 Níveis	WTF	NPT 330	MIAR 4 Níveis
1	4	3	2	2,40	1,33	0,52	1,55	1,15	0,72	2,44	2,00	1,38	0,64	0,58	0,52
2	4	3	1	2,00	1,13	0,20	1,41	1,06	0,45	2,00	1,94	1,25	0,71	0,55	0,36
3	4	3	2	1,60	1,33	0,36	1,26	1,15	0,60	2,00	2,00	1,31	0,63	0,58	0,46
4	4	3	1	2,00	1,05	0,16	1,41	1,02	0,40	2,00	2,38	1,19	0,71	0,43	0,34
5	4	3	3	2,38	1,06	0,78	1,54	1,03	0,89	2,13	2,56	1,38	0,73	0,40	0,64
6	4	3	2	1,93	1,45	0,76	1,39	1,20	0,87	2,06	2,63	1,69	0,67	0,46	0,52
7	4	3	3	1,85	1,40	0,92	1,36	1,18	0,96	2,13	2,75	1,63	0,64	0,43	0,59
8	2	3	2	0,65	1,13	0,53	0,81	1,06	0,73	1,63	2,25	1,44	0,50	0,47	0,51
9	4	3	2	2,90	0,83	0,38	1,70	0,91	0,62	2,69	3,19	1,38	0,63	0,29	0,45
10	4	3	3	1,90	1,18	0,65	1,38	1,09	0,81	1,81	2,63	1,38	0,76	0,41	0,59
11	4	3	3	1,32	1,18	0,80	1,15	1,09	0,89	1,88	2,63	1,56	0,61	0,41	0,57
12	4	3	1	1,87	1,13	0,20	1,37	1,06	0,45	2,00	2,25	1,25	0,68	0,47	0,36
13	4	3	2	1,33	0,93	0,66	1,15	0,97	0,81	2,00	2,50	1,44	0,58	0,39	0,57
14	4	3	3	2,07	1,06	0,63	1,44	1,03	0,79	2,25	2,56	1,31	0,64	0,40	0,60
15	4	3	3	1,27	1,05	0,65	1,13	1,02	0,81	2,25	2,63	1,38	0,50	0,39	0,59
16	3	3	1	0,96	0,83	0,16	0,98	0,91	0,40	1,81	2,19	1,19	0,54	0,42	0,34
17	3	3	1	0,83	0,78	0,16	0,91	0,89	0,40	1,81	2,38	1,19	0,50	0,37	0,34
18	4	3	3	1,60	0,93	0,80	1,26	0,97	0,89	2,44	3,00	1,50	0,52	0,32	0,60
19	2	3	3	0,83	0,63	0,65	0,91	0,79	0,81	1,81	2,31	1,38	0,50	0,34	0,59
20	4	3	1	1,96	0,80	0,23	1,40	0,89	0,48	2,31	2,50	1,31	0,61	0,36	0,36
21	4	3	1	2,40	0,63	0,20	1,55	0,79	0,45	2,44	2,69	1,25	0,64	0,30	0,36
22	4	3	3	2,12	1,03	0,65	1,45	1,01	0,81	2,13	2,69	1,38	0,68	0,38	0,59
23	4	3	1	2,23	0,76	0,20	1,49	0,87	0,45	2,31	2,69	1,25	0,65	0,32	0,36
24	4	3	1	1,40	0,93	0,12	1,18	0,96	0,34	2,06	2,56	1,13	0,57	0,38	0,30
25	4	3	3	2,00	1,05	0,65	1,41	1,02	0,81	2,56	2,88	1,38	0,55	0,36	0,59
26	4	3	3	1,20	0,87	0,63	1,10	0,93	0,79	2,00	2,75	1,31	0,55	0,34	0,60
27	4	3	3	1,87	0,93	0,63	1,37	0,97	0,79	2,00	2,50	1,31	0,68	0,39	0,60
28	4	3	3	1,56	0,93	0,65	1,25	0,96	0,81	2,31	2,44	1,38	0,54	0,40	0,59
29	2	3	2	0,67	0,96	0,25	0,82	0,98	0,50	1,50	1,81	1,13	0,54	0,54	0,44
Média	3,7	3,0	2,1	1,69	1,01	0,49	1,28	1,00	0,67	2,09	2,49	1,34	0,61	0,41	0,49

O método WTF apresenta maior amplitude total de valores do índice de risco para o mesmo contexto de perigo, sendo que a maioria dos riscos analisados, a diferença entre o menor e a maior índice risco é o 3,7. No caso do método NPT330 verifica que, para todos os riscos analisados a amplitude total é 3. O MIAR 4 Níveis apresenta o menor valor, entre os índices avaliados nos diferentes riscos, sendo que a sua amplitude total média é de 2,1.

Assim, podemos concluir que o WTF é o método que apresenta maior diferença de valores do índice de risco calculado a partir do conjunto dos 16 avaliadores, contrariamente ao método MIAR 4 Níveis.

A variância indica a diferença do índice do risco atribuído por cada avaliador a cada um dos riscos analisados, com o valor médio total obtido pelo método em análise, quanto menor for o valor de variância, mais próximo o valor atribuído estará da média. Para todos os riscos, o método MIAR 4 Níveis, é o que apresenta menores valores de variância e o método WTF o que tem os valores mais elevados. Isso significa que os diferentes avaliadores atribuíram respostas mais próximas no MIAR 4 Níveis. O método WTF é o que verifica maior disparidade nas respostas. O mesmo se verifica com os dados obtidos pelo desvio padrão.

Quanto ao coeficiente de variação inter-avaliadores, o método NTP330 é aquele que apresenta menor valor médio global entre todos os riscos (41%), de seguida segue o método MIAR 4 Níveis com cerca de 49% e por fim o método WTF que possui 61%, que nos indica que os dados obtidos na avaliação do método NTP330 é mais homogênea em comparação com os restantes métodos.

5.1.1 Dispersão dos resultados de avaliação

Nas avaliações feitas pelos 3 métodos, verificou-se que para o mesmo contexto de perigo, os resultados obtidos não existem concordância em várias situações. Denotando assim, a existência de uma grande variabilidade entre os graus de risco gerados pelos vários métodos. Os riscos foram ordenados de maior número de respostas iguais para o menor, em todos os métodos.

No gráfico da Figura 18, 19 e 20, mostram a percentagem de respostas obtidas para cada um dos riscos pelo método de WTF, NTP330 e MIAR 4 Níveis respetivamente. No método WTF, aproximadamente [45% a 70%] dos avaliadores, atribuíram índice de risco aceitável a 76% dos riscos avaliados. Nenhum dos riscos avaliado ultrapassa os 70% de concordância entre os avaliadores e menos de 15% dos avaliadores atribuíram o índice grave iminente a 93% de riscos avaliados. No entanto o método NTP330, 50% dos avaliadores atribuíram índice de risco baixo a 13,8% dos riscos observados, [35% a 50%] atribuíram como índice de risco moderado a 44,8% dos riscos avaliados e nenhum dos riscos avaliados ultrapassam os 50% de concordâncias entre os avaliadores. Contudo no método MIAR 4 Níveis, mais que 55% dos avaliadores atribuíram o índice menor a 100% dos riscos avaliados, aproximadamente 75% dos avaliadores atribuíram **semelhantemente** aos 75,9% dos riscos avaliados, e apenas $\pm 5\%$ avaliaram todos os riscos como muito elevado.

No método WTF através dos resultados obtidos, demonstram que em média, 45,7% dos riscos analisados tem o índice de risco aceitável, 22,4% consideraram o índice de risco moderado, 18,3% notáveis, 3,9% alta e apenas 9,7% considera-o grave iminente. O NTP330, mostra que 20,3% dos riscos analisados apresenta índice de risco baixa, 29,7% considera que o índice do risco média, 30,6% alta e por fim 19,4% muito alta. Os resultados obtidos pelo método MIAR 4 Níveis, mostra que mais de 75,2% considera que o índice do risco é menor, aproximadamente

17,9% considera o índice de risco médio e apenas 4,1% e 2,8% consideram o risco elevado ou muito elevado respetivamente.

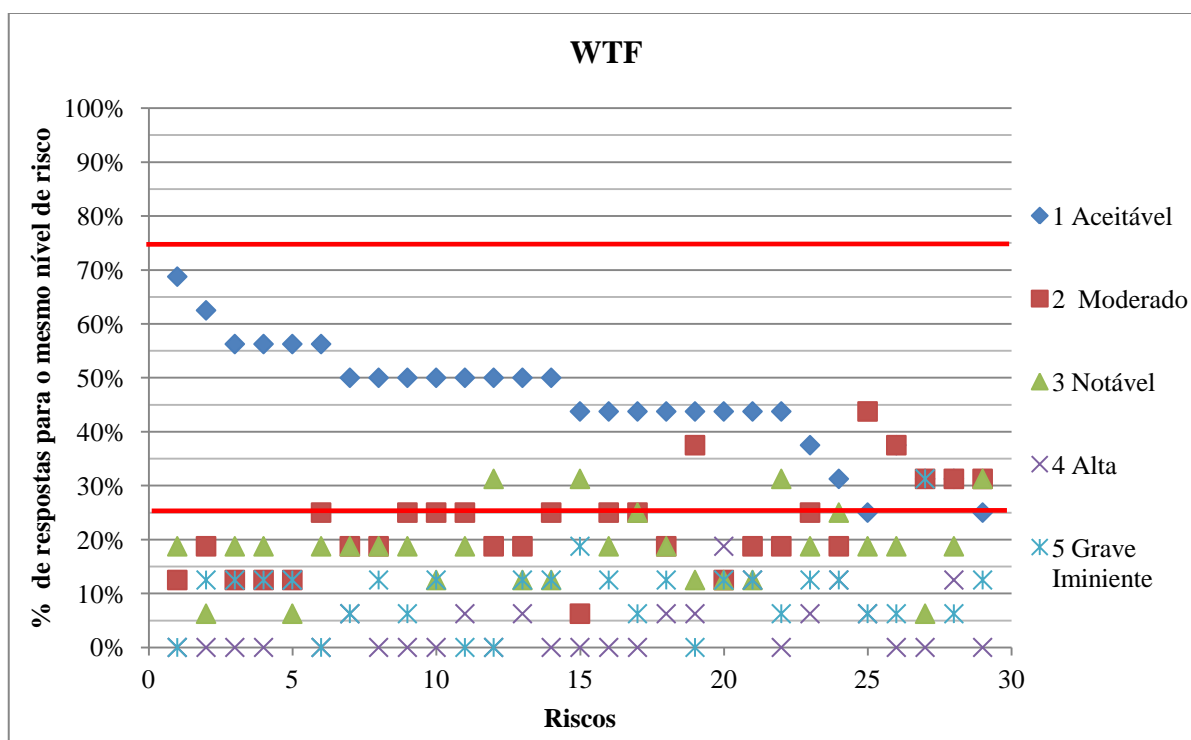


Figura 18 - Gráfico de dispersão do método William T. Fine

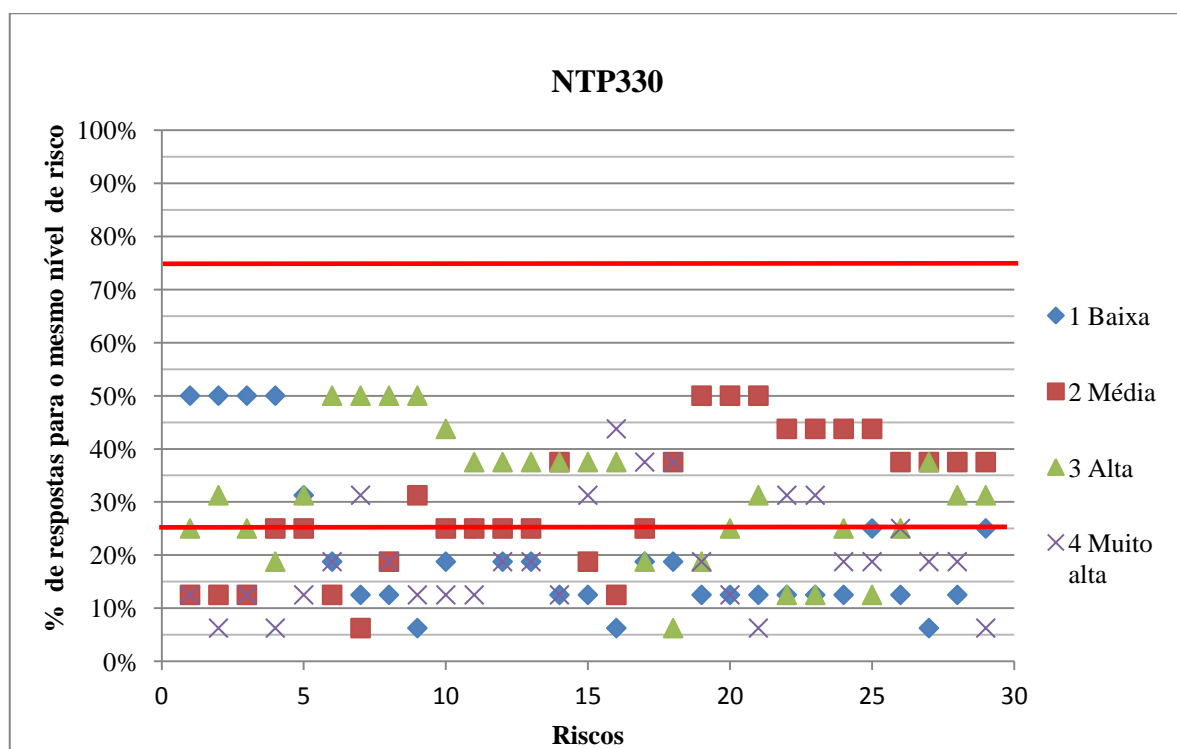


Figura 19 - Gráfico de dispersão do método NTP330

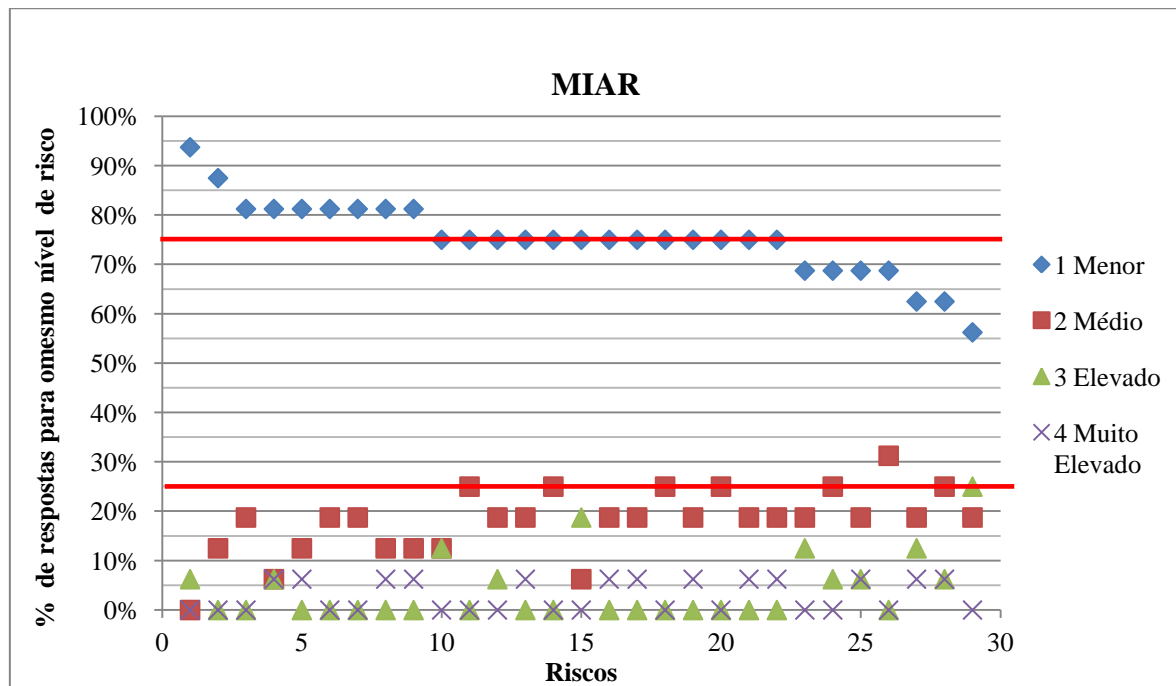


Figura 20 - Gráfico de dispersão do método MIAR 4 Níveis

5.1.2 Análise de resultados pela técnica ANOVA

Na Tabela 29, 30 e 31 mostra a análise de variância (ANOVA) das diferenças entre as respostas dadas por cada um dos avaliadores a cada um dos riscos identificados.

A Tabela 29 mostra a análise ANOVA aos resultados obtidos pelo método de avaliação WTF. Análise de variância das diferenças entre respostas dadas pelos 16 avaliadores com os 29 riscos identificados, a variância (F) e as linhas (corresponde aos riscos) e colunas (correspondente aos avaliadores) é 1,751 e 42,853 respectivamente, sendo o valor do F crítico 1,503 e 1,690, os valores da prova (P-Valor) de ambos serem menor que 0,05 (0,0113 e $6,16 \times 10^{-75}$), indica que não existe reprodutibilidade nem entre os riscos nem dos avaliadores neste método.

No que respeita aos resultados obtidos da análise ao método NTP330, o mesmo, indicamos que não existe reprodutibilidade no respeito a cada riscos e a cada avaliadores, uma vez que o F (linhas 3,528 e de colunas 37,910) é maior de F crítico (linhas 1,503 de colunas 1,690,).

Por outro lado, os resultados obtidos pelo método MIAR 4 Níveis mostram que existe reprodutibilidade na avaliação de cada risco, mas não entre os avaliadores, ou seja, os avaliadores consideram que os riscos não são muito diferentes uns dos outros no que concerne ao valor da respetiva avaliação. O valor do F nas linhas (riscos) é de 1,094 < F crítico (1,503) e o valor de prova é de 0,341 (> 0,05). No entanto, essa reprodutibilidade não se verifica entre os 16 avaliadores (colunas).

Tabela 29-Resultados estatísticos ANOVA do método WTF (fator duplo)

WTF						
Origem da variação	SS	df	MS	F	P-Valor	F crítico
Linhas	33,95259	28	1,212592	1,751301	0,01128	1,503235
Colunas	445,069	15	29,67126	42,85307	6,16E-75	1,690247
Erro	290,806	420	0,692395			
Total	769,8276	463				

Tabela 30- Resultados estatísticos ANOVA do método NTP330 (fator duplo)

NTP330						
Origem da variação	SS	df	MS	F	P-Valor	F crítico
Linhas	43,96552	28	1,570197	3,527947	1,2E-08	1,503235
Colunas	253,069	15	16,87126	37,90666	1,77E-68	1,690247
Erro	186,931	420	0,445074			
Total	483,9655	463				

Tabela 31- Resultados estatísticos do método ANOVA MIAR 4 níveis (fator duplo)

MIAR						
Origem da variação	SS	df	MS	F	P-Valor	F crítico
Linhas	8,077586	28	0,288485	1,09403	0,341029	1,503235
Colunas	102	15	6,8	25,78781	1,87E-50	1,690247
Erro	110,75	420	0,26369			
Total	220,8276	463				

5.2 MIAR 5 Níveis

Face aos resultados obtidos e uma vez que se pretendia testar o MIAR, foi efetuada uma reclassificação dos primeiros níveis do MIAR de modo a obter uma nova configuração com 5 níveis (MIAR 5 Níveis, Tabela 32).

No sentido de minimizar as variações foi efetuada a remoção dos *outliers*, os quais foram definidos do seguinte modo:

- Indivíduos cujas respostas estivessem fora do intervalo média ± variância
- Riscos cujos valores da Taxa de Variação (Desvio Padrão / média), após a remoção dos *outliers*, fosse superior a 37,5%.

Com esta definição foram removidos 7 dos 16 avaliadores e 9 dos 29 riscos identificados. Com estas condições de aceitação, foi obtido um valor de prova (*p value*) de 0,06893 (> 0,05), o que significa que não existe reprodutibilidade para este nível de significância.

Tabela 32-Resultados estatísticos do método ANOVA MIAR 4 níveis (fator simple

MIAR						
Origem da variação	SS	df	MS	F	P-Valor	F crítico
Linhas	5,07778	15	0,338519	1,637671	0,06893	1,727762
Colunas	33,9	164	0,206707			

6 CONCLUSÕES E PERSPETIVAS FUTURAS

6.1 Conclusão

A avaliação de riscos possibilita a melhoria na gestão da Segurança e Saúde no Trabalho, contribuindo para redução dos acidentes de trabalho, bem como das doenças profissionais. Apesar de ser uma obrigação legal para todas as empresas, em termos metodológicos não existem regras fixas sob a forma como esta deve ser realizada.

No que se refere ao presente trabalho, pretendeu-se desenvolver e aplicar a metodologia MIAR numa empresa da “Indústria Transformadora”, mais especificamente no processo de mudança de molde numa máquina de injeção de plásticos, e comparar com os resultados obtidos em outras duas metodologias (WTF e NTP330), usualmente utilizadas na Indústria.

Foram identificados os perigos existentes e os riscos associados do processo em estudo. Os mesmos foram avaliados pelos 3 métodos e os resultados analisados posteriormente. O NTP330 apresenta o coeficiente de variação inter-avaliadores menor, com 41%, o método MIAR 4 Níveis 49% e o método WTF 61%. Apesar do método NTP330 apresentar o menor valor de coeficiente de variação, o mesmo encontra-se muito próximo do valor do coeficiente obtido pelo método MIAR 4 Níveis. Tal que significa que ambos métodos apresentam resultados idênticos neste tipo de análise estatística. O MIAR foi único método que revelou a reprodutibilidade na avaliação dos riscos, com um valor de prova de 0,341 ($> 0,05$), o que significa que os avaliadores não consideraram os riscos suficientemente diferentes entre si. Face a estes resultados foi analisada uma versão do MIAR com 5 níveis de risco. Nestas condições essa limitação desapareceu e com a aplicação de um conjunto de critérios de inclusão restritivos, foi possível identificar alguma reprodutibilidade entre alguns avaliadores.

Contrariamente, os métodos NTP330 e WTF obtiveram valores da prova (P-Valor) menores que 0,05 (0,0113 e $1,2E^{-08}$, respetivamente).

Nos métodos NTP330 e WTF não se verificou a reprodutibilidade nos conjuntos dos riscos avaliados por cada uma dos avaliadores. O que faz todo o sentido, uma vez que os riscos são independentes entre si.

No que se refere ao desenvolvimento do presente trabalho, para obter resultados mais próximos da realidade, a dimensão da amostra deveria ser maior (quando maior número de avaliadores, maior será a fiabilidade dos resultados obtidos). A qualidade dos resultados serão também melhor quanto maior for a experiência dos avaliadores na área de intervenção (neste caso indústria).

De acordo com os resultados obtidos nas avaliações de risco, são sugeridas as seguintes propostas de melhoria com complexidade e custos de implementação reduzidos:

- Delimitação do perímetro de trabalho;

- Utilização de luvas e manguitos (Ex: material Kevlar) com alta resistência às elevadas temperaturas e óculos de proteção;
- Substituir as caixas móveis por um degrau estável no acesso à máquina de injeção.

6.2 Perspetivas Futuras

De modo a dar continuidade ao presente estudo, sugere-se que nos novos trabalhos, deveriam ser considerados as seguintes condicionantes de teste:

- 2 Grupos de avaliadores, isto é, 1 grupo composto por TSS e o segundo grupo, além de ser TSS, exercessem as suas funções na área industrial, e comparação dos resultados obtidos pelos 2 grupos;
- Estudar o efeito de um aumento do número de níveis de 4 para 5;
- Especificar detalhadamente os riscos e os seus fatores desencadeadores na matriz de avaliação de cada método com o intuito de minimizar as ambiguidades nas respostas;

Após a verificação destas condições, aplicar a metodologia MIAR numa área de trabalho fabril mais abrangente, em vez num único processo, como o que foi estudado no presente trabalho.

7 BIBLIOGRAFIA

- Antunes, F. A., Baptista, J. S., & Diogo, M. T. (2010). *Methodology of integrated evaluation of environmental and occupational risks*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Barkokébas J. B., Lago, E. M. G., Vasconcelos, B., Kohlman R.E.R., Maia, D.C. (2010). *Analysis of the factors of fatal accidents in construction industry*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Belloví, M. B., & Malagón, F. P. (2011). NTP 330: *Sistema simplificado de evaluación de riesgos de accidente*.
- Correia, N., Machado, V. C., Nunes, I.L. (2010). *Strategy of Application of Human Performance Management Support Tools in Lean Environments” Case Study*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Costa, E. Q., Baptista, J. S., Diogo, M. T. (2010). *Investment evaluation in occupational risks prevention*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Crawley, F., & Tyler, B. (2015). *HAZOP: Guide to best practice: guidelines to best practice for the process and chemical industries*. Elsevier.
- Dastous, P. A., J. Nikiema, D. Maréchal, L. Racine, and J. P. Lacoursière. 2008. "Risk management: All stakeholders must do their part." *Journal of Loss Prevention in the Process Industries* no. 21 (4):367-373.
- Farzaneh, P., Habibzadeh, A.Hakimian, H. (2010). *Improvement of Human Behavior for Accident Prevention in Relation to Productivity*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.
- Ferdous, R., Khan, F., Sadiq, R., Amyotte, P., & Veitch, B. (2009). Handling data uncertainties in event tree analysis. *Process safety and environmental protection*, 87(5), 283-292.
- Fine, W. T. (1971). *Mathematical evaluations for controlling hazards* (No. NOLTR-71-31). NAVAL ORDNANCE LAB WHITE OAK MD.
- Gabinete de Estratégia e Estudos. (2014). *Coleção Relatórios e Análises Coordenação de GEE: Acidentes de Trabalho 2012*, 27-181.
- Haimes, Y. Y. (2005). *Risk modeling, assessment, and management* (Vol. 40). John Wiley & Sons.
- Høj, N. P., Kröger, W. (2002). *Risk analyses of transportation on road and railway from a European Perspective*. *Safety Science*, 40(1), 337-357.
- Hong, E. S., Lee, I. M., Shin, H. S., Nam, S. W., & Kong, J. S. (2009). Quantitative risk evaluation based on event tree analysis technique: *application to the design of shield TBM*. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 24 (3), 269-277.

Khan, F. I., Abbasi, S. A. (1997). *Mathematical model for HAZOP study time estimation*. Journal of loss prevention in the process industries, 10 (4), 249-257.

Korea Occupational Safety and Health Agency, 1997. Guideline for the Risk Assessment of Machinery: Event Tree Analysis Technique (ETA), KOSHA Code P-8-97.

Lei 3 de 28 de janeiro de 2014. *Diário da República, n.º19 – I Série*. Assembleia da República. Lisboa.

Lei n.º 102/2009, de 10 de setembro. *Diário da República, n.º 176 - I Série*. Assembleia da República. Lisboa

Marhavilas, P. K., Koulouriotis, D., & Gemeni, V. (2011). Risk analysis and assessment methodologies in the work sites: *On a review, classification and comparative study of the scientific literature of the period 2000 – 2009*. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 24 (5), 477-523.

Melo, M. B. F. V (2010). *Management of Safety and Health at Work and maintainable development*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene

Organização Internacional do trabalho, (2004). *Dia Internacional da Segurança e Saúde no Trabalho*. Lisboa: Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho (IDICT), com a colaboração do Escritório da OIT em Lisboa, a partir dos textos originais da OIT: "Safe Work and Safety Culture," e "Facts on Safe Work

Reniers, G. L. L., Dullaert, W., Ale, B. J. M., & Soudan, K. (2005). Developing an external domino accident prevention framework: *Hazwim*. Journal of Loss Prevention in the process industries, 18 (3), 127-138.

Sousa, J., Silva, C., Pacheco, E., Moura, M., Araújo, M., & Fabela, S. (2005). Acidentes de Trabalho e Doenças Profissionais em Portugal: *Riscos Profissionais: Factores e Desafios*.

Suddle, S. (2009). *The weighted risk analysis*. Safety Science, 47 (5), 668-679.

Suddle, S. I. (2004). *Physical safety in multiple use of space*. TU Delft, Delft University of Technology.

Swuste, P. (2010). *Control Banding in occupational safety, with an example of the construction industry*. Guimarães, Portuguese Soc Occupational Safety & Hygiene.

Trucco, P., & Cavallin, M. (2006). A quantitative approach to clinical risk assessment: *the CREA method*. Safety science, 44 (6), 491-513.

Windhorst, J. C. (2014). *Rigorous Versus Simplified Protection Layer Reliability Calculations and Problems with Popular Risk Analysis Methodologies*. Procedia Engineering, 84, 47-54.

Woodruff, J. M. (2005). *Consequence and likelihood in risk estimation: A matter of balance in UK health and safety risk assessment practice*. Safety Science, 43 (5), 345-353.

ANEXOS

Os anexos desta tese encontram-se em formato de DVD, tendo o seguinte conteúdo:

Anexo 1 – Vídeo utilizado na Avaliação dos Riscos (total e editado)

Anexo 2 – Excel com os dados e respetivo tratamento da Avaliação dos Riscos